



Vlaanderen
is landbouw & visserij

HET ONTWERP VAN MELKVEESTALLEN

DEPARTEMENT
LANDBOUW & VISSERIJ

WWW.VLAANDEREN.BE/LANDBOUW

////////////////////////////////////

HET ONTWERP VAN **MELKVEESTALLEN**

Rapport van Sectie II van het CIGR
Werkgroep Nr. 14
Huisvesting van runderen 2014
17.04.2014

////////////////////////////////////



Dankbetuiging. De auteurs wensen ook de volgende mensen te bedanken voor hun bijdrage: W. Blickert (USA), J. Capdeville (France), R. Kaufmann (Switzerland), JJ. Lenehan (Ireland), M. Tillie (France) en vele andere personen voor hun waardevolle bijdrage. Speciale dank gaan uit naar O. Stassin voor zijn assistentie bij uiteindelijke lay-out.

Het document getiteld "The Design of Dairy Cow and Replacement Heifer Housing" werd naar het Nederlands vertaald door Suzy Van Gansbeke en Tom Van den Bogaert.

©CIGR Section II working group No 14 Cattle Housing

////////////////////////////////////

INHOUD

1	Voorwoord.....	9
2	Grondbeginselen.....	10
2.1	De lichaamsmaten van koeien	10
2.1.1	De voornaamste lineaire maten	10
2.1.2	CIGR standaardafmetingen van de dieren	10
2.1.3	Het verband tussen lichaamsmaten en gewicht	11
2.2	Ontwerpen in functie van dierbehoeften	12
2.2.1	Basisbehoeften en -vereisten voor het dier	12
2.2.2	Diergezondheid	14
2.2.3	Diergedrag	16
2.2.4	Omgeving en gezondheid	19
2.2.5	De verzorger	20
2.3	Omgevingsvereisten	21
2.3.1	Inleiding	21
2.3.2	Luchttemperatuur	21
2.3.3	Relatieve vochtigheid	22
2.3.4	Stralingswarmte	23
2.3.5	Luchtsnelheid	24
2.3.6	Gecombineerde factoren	24
2.3.7	Luchtkwaliteit	27
2.3.8	Licht	28
2.3.9	Geluid	28
2.4	Duurzaamheid en productiesystemen	29
2.4.1	Algemene definitie	29
2.4.2	Duurzaamheid en agrarische constructies-praktische aspecten bij het bouwen van melkveestallen	29
2.4.3	Socio-economische aspecten, dierenwelzijn en gezondheid	31
2.4.4	Methodes tot duurzame productiesystemen	32
3	Aspecten van het stalontwerp.....	33
3.1	Vrijloopstallen	34
3.1.1	Inleiding	34
3.1.2	Ligboxenstallen	35
3.1.3	Ingestrooide vrije loopstallen	43
3.1.4	Voor- en nadelen van vrije loopstallen	49
3.2	Bindstallen	50
3.2.1	Inleiding	50
3.2.2	Afmetingen van de stalelementen	50
3.2.3	Stalvloeren en strooisel	52
3.2.4	Bindstelsels	53
3.2.5	Afkalf- en verzorgingsboxen	55
3.2.6	Drinkwatervoorziening	55
3.2.7	Koetrainers	55
3.3	Voedervoorzieningen	58
3.3.1	Inleiding	58
3.3.2	Aantal voederplaatsen	58
3.3.3	Basisafmetingen	58
3.3.4	Ontwerp van het voederhek	61
3.3.5	Machines om het voeder aan te schuiven	65
3.3.6	Hooirek	67
3.3.7	Hooibaalverdelers	68
3.3.8	Krachtvoederautomaten	69

3.4	Drinkwatervoorzieningen	70
3.4.1	Inleiding	70
3.4.2	Drinkwatervoorziening	70
3.4.3	De positie van de kop	72
3.4.4	Waterkwaliteit	73
3.4.5	Watervoorzieningen – algemene behoeften	73
3.4.6	Vorst	75
3.4.7	Toegankelijkheid en plaats van de drinkbak	76
3.4.8	Aantal en plaats drinkbakken	78
3.4.9	Technische specificaties	78
3.5	Vloer	79
3.5.1	Inleiding	79
3.5.2	Vloersystemen	79
3.5.3	Structurele behoeften	80
3.5.4	Contactvlak tussen dier en vloer	80
3.5.5	Vloermaterialen en -types	83
3.6	Melkinfrastructuur	87
3.6.1	Inleiding	87
3.6.2	Onderdelen van een melkgebouw	88
3.6.3	Melkstallen	89
3.6.4	Ontwerp van bijgebouwen	92
3.6.5	Toegang en uitgang: wachtruimte	97
3.6.6	Andere ruimtes	98
3.6.7	Speciale behoeften van een vrijwillig melksysteem (VMS)	98
3.7	Klimaatcontrole	101
3.7.1	Algemeen	101
3.7.2	Ventilatie	102
3.7.3	Vermindering van hittestress	110
3.8	Voorzieningen voor kalveren en jongvee	113
3.8.1	Inleiding	113
3.8.2	Huisvesting voor kalveren	114
3.8.3	Voedersystemen	117
3.8.4	Ventilatie	118
3.8.5	Huisvesting voor jongvee	118
3.9	Ruimte voor circulatie van dieren	121
3.9.1	Loopgangen	121
3.9.2	Hek- en muurhoogte in de loopgangen	122
3.9.3	Breedte van de loopgangen	123
3.9.4	Deuren	127
3.10	Voorzieningen voor attentiekoeien en behandelen van dieren	127
3.10.1	Inleiding	127
3.10.2	Locatie	128
3.10.3	Separatieruimtes	129
3.10.4	Huisvesting van droge koeien	129
3.10.5	Close-up koeien en afkalboxen	129
3.10.6	Verzorgings- en behandelruimtes	131
3.10.7	Inrichtingen voor attentiekoeien.	136
3.11	Veiligheid en gezondheid van medewerkers	138
3.11.1	Inleiding	138
3.11.2	Diervoorziening	138
3.11.3	Verplaatsen van dieren	140
3.11.4	Melken	140
3.11.5	Controleren en behandelen van de veestapel	141
3.11.6	Stalklimaat	142
3.11.7	Aanvullende activiteiten	144

////////////////////////////////////

4	Referenties	146
5	Lijst van figuren en tabellen	150



1 VOORWOORD

Het definiëren van de karakteristieken van melkveehuisvesting vereist kennis en begrip van verschillende aan elkaar gelinkte thema's zoals: ethologie, veehouderij, omgang met dieren, optimalisatie van de werkomstandigheden, arbeidsveiligheid, ventilatie, materiaaleigenschappen, landschapsintegratie, mestmanagement, enz.

Dit houdt in dat, in de meeste gevallen, de competenties van verschillende specialisten moeten gecombineerd worden om tot een ontwerp te komen dat, zo goed als mogelijk, het optimum benadert en aan de eisen van de landbouwer voldoet. Dit geldt zowel voor een nieuwbouw voor dieren in volle productie, als voor dieren in de droogstand of in de opfokfase. Bovendien moeten de totale investeringskosten in rekening worden gebracht, omdat dit een impact heeft op de productiekost van de melk.

Gelukkig dragen onderzoeksresultaten in de eerder vernoemde domeinen continu bij aan het vergroten van de wetenschappelijke literatuur en kennis. Dit laat de stalontwerper toe om toegang te krijgen tot verschillende, gevarieerde en onschatbare informatiebronnen, om ze toe te passen in elke stap van het ontwerpproces. De uitdaging is om al deze informatie te integreren in het project en een samenhangend ontwerp af te leveren waarin zowel de ontwerper als de gebruiker zich kan vinden.

Dit document, samengesteld door de werkgroep "Rundveehuisvesting" van de Internationale Commissie voor Landelijke Genie (CIGR) bundelt de vele wetenschappelijke data en de expertise van haar leden in de verschillende aspecten van stallenbouw. Het is het resultaat van een enthousiaste en vruchtbare samenwerking die zich over verschillende jaren uitstrekt. Inderdaad, de groep bestaat uit specialisten uit 10 verschillende landen uit Europa en Noord-Amerika, die allen een aanzienlijke hoeveelheid tijd en moeite hebben geïnvesteerd om dit document af te leveren, een document waarvan zij hopen dat het nuttig is voor iedereen die bij het ontwerp van een stal betrokken is (ontwerpers, constructeurs, landbouwers,...). De auteurs hopen dat deze publicatie zal bijdragen tot het huisvesten van melkvee in excellente omstandigheden en kan helpen om het duurzame karakter van de sector te vergroten.

Het was voor mij een voorrecht om deel uit te maken van deze werkgroep en ze te mogen voorzitten, en ik bedank elk lid voor zijn/haar toewijding en enthousiasme bij het tot stand komen van deze publicatie. Ik wil ook iedereen bedanken die achter de schermen op een of andere manier aan de realisatie van dit rapport heeft meegewerkt.

Josi Flaba

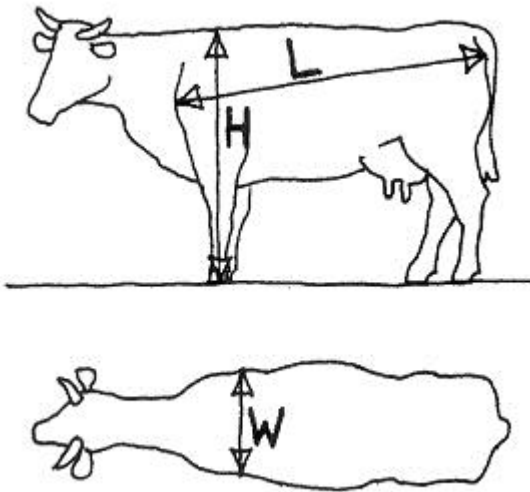
2 GRONDBEGINSELEN

2.1 DE LICHAAMSMATEN VAN KOEIEN

2.1.1 De voornaamste lineaire maten

De kennis van de voornaamste lichaamsmaten en van de ruimte die koeien nodig hebben om normaal gedrag uit te voeren (bijv. liggen, eten, zich verplaatsen), is essentieel voor het ontwerp van een stal. Melkveehouders meten echter zelden hun dieren vooraleer ze beslissingen nemen met betrekking tot de stal. Om een geslaagde stal te realiseren, moeten de melkveehouders aangemoedigd worden om tenminste de belangrijkste afmetingen van hun dieren te bepalen. Deze worden geïllustreerd in Figuur 1 en zijn de volgende:

- H Schofthoogte
- L Diagonale lichaamslengte
- W Schouderbreedte



Figuur 1: Belangrijkste lichaamsmaten van koeien.

2.1.2 CIGR standaardafmetingen van de dieren

Tabel 1 “CIGR standaard” geeft een overzicht van bestaande lichaamsmaten van vaarzen en koeien die in het praktijkontwerp toegepast kunnen worden, bij gebrek aan kennis van de specifieke lichaamsmaten van de te huisvesten dieren. Deze “CIGR standaardafmetingen” zijn vooral geschikt voor Holstein Friesian koeien.

Tabel 1: "CIGR standaard"; afmetingen van kalveren, vaarzen en koeien (voor Holstein Friesian). De afmetingen verwijzen naar de gemiddelde maat binnen het gewichtsinterval.

Diercategorie	Gewicht (kg)	H (m)	L (m)	W (m)	Leeftijd (maand)
Kalveren	100	0,9	0,84	0,27	3-4
	200	1,09	1,17	0,35	5-6
Vaarzen	150-249	1,09	1,17	0,35	4-7
	250-349	1,19	1,31	0,42	8-11
	350-449	1,27	1,42	0,47	12-15
	450-549	1,33	1,51	0,52	16-20
	>550	1,38	1,59	0,55	21-24
Melkkoeien	550-649	1,40	1,69	0,55	>24
	650-749	1,44	1,75	0,64	>24
	750-850	1,48	1,80	0,64	>24

2.1.3 Het verband tussen lichaamsmaten en gewicht

Het levend gewicht (massa) en de leeftijd van een dier zijn vaak gekend en worden regelmatig gebruikt bij de evaluatie van zijn ruimtelijke noden. Deze methode is echter niet erg betrouwbaar om een aangepast ontwerp op te baseren, behalve als er een zeer uitgesproken verband bestaat tussen gewicht en lichaamsmaten. Dit verband varieert in grote mate tussen rassen en zelfs tussen individuen binnen eenzelfde ras.

Tabel 2 en Tabel 3 illustreren de variatie die kan voorkomen.

Tabel 2: Lichaamsmaten van Simmental (Fleckvieh) koeien in Oostenrijk (Jauschnegg, 1994). De gemiddelde waarde wordt samen met de minimum- en de maximumwaarde weergegeven.

Gewicht (kg)	H (m)			L (m)			W (m)		
	Min.	Gem.	Max.	Min.	Gem.	Max.	Min.	Gem.	Max.
500	1,20	1,27	1,35	1,37	1,48	1,60	0,38	0,46	0,54
600	1,26	1,33	1,40	1,46	1,57	1,67	0,44	0,52	0,60
700	1,30	1,37	1,43	1,52	1,62	1,73	0,50	0,57	0,65
800	1,32	1,38	1,45	1,54	1,65	1,76	0,54	0,62	0,70

Tabel 3: Afmetingen van verschillende rassen in Oostenrijk op 650 kg (Jaugness, 1994). De gemiddelde waarde wordt samen met de minimum- en de maximumwaarde weergegeven.

Ras (koeien van 650 kg)	H (m)			L (m)			W (m)		
	Min.	Gem.	Max.	Min.	Gem.	Max.	Min.	Gem.	Max.
Simmental (Fleckvieh)	1,28	1,35	1,42	1,49	1,60	1,71	0,47	0,55	0,63
Brown Swiss	1,29	1,37	1,46	1,54	1,63	1,72	0,46	0,52	0,58
Holstein Friesean	1,31	1,39	1,48	1,59	1,68	1,78	0,45	0,51	0,57

In het hoofdstuk 3 “Aspecten van het stalontwerp” worden de breedte, lengte en oppervlakte van de ruimte die een dier nodig heeft, uitgedrukt in functie van de afmetingen H, L en W zoals die in bovenstaande tabellen worden gedefinieerd. Met deze methode wordt gepoogd de voorziene ruimtes in het stalontwerp af te stemmen op de effectieve afmetingen van de dieren die in de stal komen.

In de praktijk zal de ontwerper, bij gebrek aan reële afmetingen, een subjectieve beoordeling van de afmetingen van de te huisvesten koeien moeten maken. Tabel 1, Tabel 2 en Tabel 4 vormen een leidraad. Uit voorzorg en om tegemoet te komen aan de algemene stijging van de lichaamsmaten (bijvoorbeeld als gevolg van genetische vooruitgang), moet men het ontwerp baseren op de afmetingen van de grootste dieren in de kudde of in de groep.

2.2 ONTWERPEN IN FUNCTIE VAN DIERBEHOEFTE

2.2.1 Basisbehoeften en –vereisten voor het dier

In de jaren '60 leidden discussies over dierenwelzijn er toe dat de basisrechten voor dieren werden vastgelegd (Brambell, 1965). Bepaalde fysieke basisbehoeften in relatie tot de huisvesting werden erkend. Deze waren onder meer het recht van een dier op voldoende bewegingsruimte om zonder moeilijkheden te kunnen rechtekomen, neerliggen, verzorgingsgedrag te vertonen, zich om te draaien en de ledematen uit te strekken.

Sindsdien is er veel onderzoek gebeurd om de gedragsbehoeften en -doelen te verduidelijken. Relevante onderzoeken om gedragsbehoeften die belangrijk zijn voor het dier vast te leggen verdienen een speciale vermelding. De motivaties van dieren en de functionele gevolgen van gedragsprocessen zijn belangrijke onderwerpen voor een stalontwerper omdat deze het dierenwelzijn beïnvloeden.

Op dit ogenblik, wordt algemeen aangenomen dat de basisvereisten voor het welzijn van vee de volgende zijn:

- toegang tot vers water en tot voeder dat voldoet aan de nutritionele behoeften van het dier,
- voldoende bewegingsruimte waarin het dier zijn natuurlijk gedrag kan uiten,
- vrijheid van angst en onrust,
- sociaal contact met de rest van de kudde,
- vrijheid van ongemak, pijn, verwondingen en ziekte,
- voldoende licht,
- complexiteit en variatie in de omgeving om verveling tegen te gaan,
- vermijden van onnodige verminkingen.

Motivatie

Koeien zijn sterk gemotiveerd om te rusten, te eten, te drinken en zich te verplaatsen. Toch zijn hun noden om bepaalde gedragingen op bepaalde tijdstippen uit te voeren nog niet helemaal duidelijk. Een dier zal altijd proberen om van een huidige situatie (reële waarde) naar een doel (gewenste waarde) te evolueren. Alleen wanneer het doel kan behaald worden zal het gedrag op een correcte manier eindigen en is het welzijn verzekerd.

Functionele gevolgen

Als een dier gemotiveerd is, vertoont het één of verschillende gedragspatronen. Volgens het model van Hughes en Duncan (1988) met betrekking tot foerageergedrag, vormen de juiste functionele gevolgen de voornaamste reden om met het gedrag te stoppen.

Om die reden is bijvoorbeeld het stimuleren van de eetlust (slechts een onderdeel van het hele foerageerproces) niet voldoende. Dit versterkt wel de motivatie maar leidt niet noodzakelijk tot bevrediging. Zelfs de aanwezigheid van de middelen om het gestelde doel te bereiken, is niet altijd voldoende. Als bijvoorbeeld voeder slechts gedurende een beperkte tijd ter beschikking is, zal dit de motivatie eveneens slechts versterken. Alleen het volledig kunnen doorlopen van de gedragscyclus zal de motivatie voor een langere periode doen verminderen.

Voorspelbaarheid en controleerbaarheid

Bij de discussie over gedragsbehoeften moet steeds rekening worden gehouden met de voorspelbaarheid en de controleerbaarheid (door de koeien) van de omgevingsfactoren. Deze aspecten zijn van cruciaal belang bij het evalueren van stress. De controle van omgevingsfactoren (zoals deze die de sociale interacties en het moment waarop voeder wordt opgenomen, beïnvloeden), moet optimaal zijn. De voorspelbaarheid van de gevolgen van bepaalde gedragingen moet geëvalueerd worden zodat frustratie en competitie in de groep tot een minimum beperkt blijft.

Sociale contacten

Koeien zijn kuddedieren die in groepen leven. Elk dier heeft fysiek en visueel contact nodig met soortgenoten om normaal gedrag te vertonen.

Koeien die vertrouwd zijn met andere koeien komen dicht bij elkaar en verzorgen en likken elkaar. Ze liggen dicht tegen elkaar en kunnen gedurende lange tijd samen in hetzelfde deel van de stal blijven. Koeien die gaan kalven, worden bij voorkeur van de kudde geïsoleerd om te kalven in een box met voldoende strooisel (bijv. stro, zaagsel of zand). Wanneer de koe zich in de aparte box bevindt, moet zij idealiter visueel contact hebben met kuddegenoten, anders kan ze gestresseerd raken (wat zich bijv. uit in onrustig gedrag en loeien) en dit kan leiden tot problemen bij het kalven.

Voor sociale kuddedieren zoals koeien, is een dagelijkse routine belangrijk voor hun gedrag en om competitie tussen dieren te verminderen. De dagelijkse routine is verschillend al naar gelang het managementsysteem waarin de dieren gehuisvest worden: bijv. in een weide, in een klassieke stal of in een stal met een automatisch melksysteem (AMS) (ook wel vrijwillig melksysteem/VMS genoemd). In weides vertonen de dieren tegelijk hetzelfde gedrag: grazen, rusten, drinken, enz. In een stal hangt de routine voor het grootste deel af van de melk- en voedertijdstippen. In een gebouw met een automatisch melksysteem wordt de klok rond gemolken en is de routine in de activiteiten minder regelmatig. Elke koe heeft haar eigen ritme.

Stress

Intelligente dieren hebben even veel nood aan een complexe en variabele omgeving als aan voorspelbaarheid en controleerbaarheid. Naast negatieve gevolgen van stress op ethologisch en fysiologisch niveau, kan overmatige stress ook het afweersysteem nadelig beïnvloeden en de dieren gevoeliger maken voor infectieziekten. Verveling (gebrek aan stimulatie vanuit de omgeving) kan even nadelig zijn als een overmaat aan stress.



Controle op aanwezigheid van ziektes en comfortabele stallen zijn de twee belangrijke punten die de gezondheid van melkvee helpen vrijwaren.

Tegenwoordig lijdt een significant percentage van de koeien aan kreupelheid, mastitis, vruchtbaarheidsproblemen, metabolismestoornissen (bijv. hypocalcemie, ketose, enz.). Dit leidt op veel bedrijven tot een korte levensduur. Deze problemen hebben een belangrijke impact op de kostprijs van de melk en een goed stalontwerp en management spelen een rol in het minimaliseren van deze effecten. Kreupelheid bij runderen is gerelateerd aan huisvesting, voeding, fokkerij en management. Specifieke maatregelen zoals vaak mestschuiven, regelmatige voetbaden en klauwverzorging kunnen het aantal gevallen van kreupelheid reduceren.

Mastitis wordt veroorzaakt door ziektekiemen die in de stalomgeving voorkomen, maar huisvesting kan de infectiedruk verhogen. Onaangepaste ligboxen en ligboxafscheidingen, gebrek aan ruimte in de rustruimte bij vrijloopstallen, enz. kunnen bevuiling van de ligplaatsen veroorzaken wat op zijn beurt een negatieve invloed heeft op uiergezondheid. Een slechte luchtkwaliteit in de stal en in de rustruimtes, als gevolg van onaangepaste ventilatieopeningen en daardoor slechte luchtverversing, gecombineerd met hoge temperaturen en luchtvochtigheid, creëert optimale condities voor de ontwikkeling van micro-organismen in de stal. Daarnaast zijn het functioneren van de melkmachine en de hygiëne rond het melken mogelijke oorzaken van mastitis.

Slechte reproductieresultaten kunnen verschillende oorzaken hebben: onaangepaste voeding, slechte tochtdetectie, slechte hygiëne rond het kalven en het insemineren en gladde vloeren die het tochtgedrag beïnvloeden.

Metabolismestoornissen kunnen veroorzaakt worden door slecht voeder en onaangepast voerdermanagement. De stal is zelden verantwoordelijk voor metabolismestoornissen, maar onvoldoende ruimte in de loopgangen die de bewegingen van ranglage dieren en de tijd die ze etend aan het voederhek doorbrengen beïnvloeden, kunnen de frequentie van metabolismestoornissen verhogen.

2.2.2.1 Letsels

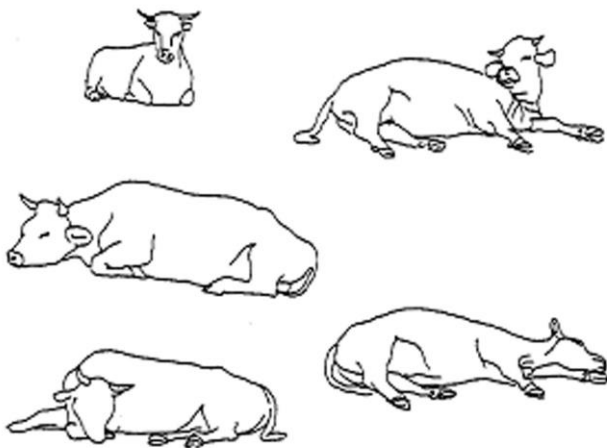
In vrijloopstallen komen drie soorten letsels frequent voor: speenletsels, poot- en klauwletsels en huidletsels. In het algemeen worden speenkwaetsuren veroorzaakt door onvoldoende ruimte voor alle koeien om comfortabel te kunnen liggen en door slecht ontworpen boxafscheidingen of andere staluitrusting. Vloeren moeten zo ontworpen zijn dat ze poot- en klauwletsels helpen voorkomen en de klauwen voldoende doen slijten zodanig dat deze niet overgroeien. Het is belangrijk om regelmatig de klauwen van de koeien te controleren en zo nodig te bekappen. Een voetbad kan gebruikt worden als onderdeel van een effectieve maatregel in het behandelen en ontsmetten van de klauwen van een koe.

Andere oppervlakkige letsels zijn meestal het resultaat van agressief gedrag, vaak verergerd door gebrek aan ruimte voor ranglage koeien om uit te wijken en een onaangepaste staluitrusting, installatie of onderhoud. De nadruk op correcte dimensionering van alle staloppervlaktes is daarom essentieel.

Agressief gedrag is bovendien sterk afhankelijk van de kwaliteit van het kuddemanagement, vooral op het vlak van voederregime en de bekwaamheid van de verzorger/rundveehouder.

Onthoornen van dieren (waar dit wettelijk is toegelaten) verlaagt de gevolgen van agressie en helpt verwondingen te voorkomen. Onthoornen vermindert ook het gevaar voor de verzorgers bij de omgang met de dieren. Bij niet-onthoornde dieren kan het, om verwondingen te voorkomen, noodzakelijk zijn om de staluitrusting aan te passen, bijv. voederhekken te voorzien, en om bepaalde stalgedeeltes te verruimen, bijv. ligruimtes, doorgangen, enz.

rust op en ondersteund wordt door de schouder, zodanig dat de nekspieren kunnen ontspannen (Figuur 2). Om verstoring te vermijden en om te verzekeren dat er geschikte mogelijkheden zijn om te rusten, moeten er voldoende ligboxen of oppervlakte in de ligruimte beschikbaar zijn voor alle koeien. Om competitie in gemeenschappelijke ligruimtes te vermijden, moet er voldoende ruimte zijn voor alle koeien om een rustplaats te vinden en om samen neer te liggen. Bij het gebruik van ligboxen moet er minstens 1 ligbox per koe zijn. Als gevolg van onvoldoende ligruimte kan er een toename zijn van de agressie en/of van de verstoringen in het gedragsritme (eet- en rusttijdstippen). Bovendien zullen koeien die niet in staat zijn om neer te liggen significant langer rechtstaan, en een grotere behoefte hebben om te liggen wanneer ze toch kunnen neerliggen.



Figuur 2: Natuurlijke rustposities bij koeien (volgens Schnitzer, 1971).

Koeien verkiezen zacht materiaal om op te liggen, rustplaatsen zouden voldoende zacht moeten zijn om een goede kwaliteit van rusten toe te laten.

In ligboxenstallen is de ligbox een heel belangrijk element in de omgeving van de koe, die haar comfort, properheid en gezondheid hetzij negatief hetzij positief beïnvloedt. Ligboxen moeten zo ontworpen worden dat ze comfort garanderen voor koeien die rechtstaan, die neerliggen, die gaan neerliggen of gaan rechtstaan, en dat properheid en gezondheid gedurende de stalperiode verzekerd is. Ligboxen moeten comfortabel genoeg zijn om koeien aan te moedigen om ze in de eerste plaats als ligplaats te gebruiken, en om dit zo lang mogelijk te doen (10 tot 14 uur per dag). Het onderhoud van de ligboxen vraagt speciale aandacht om koeien proper te houden en mastitis te voorkomen. Het gebruik van aangepast strooisel is belangrijk om het ligoppervlak proper en comfortabel te houden, en om verwondingen te vermijden die kunnen ontstaan wanneer het ligoppervlak agressief is voor de koeienhuid.

Met automatische melksystemen worden de koeien gemolken in overeenstemming met hun eigen ritme, dit heeft tot gevolg dat de rustperiodes van koe tot koe verschillen, afhankelijk van wanneer welke koe beslist om te worden gemolken en/of te eten en te drinken.

In bindstallen zijn de koeien beperkt in bewegingen en in natuurlijk gedrag. Omdat veel activiteiten in dezelfde ruimte plaatsvinden, zal de bindstal altijd een compromis zijn om tegemoet te komen aan de verschillende noden van het dier. Er zijn veel voorbeelden van tegenstrijdige belangen: zo willen koeien graag liggen op zachte oppervlakten, maar staan ze liever op een hardere ondergrond; bindplaatsen moeten kort zijn om te vermijden dat dieren op het ligbed mesten, maar niet te kort om het liggedrag

niet te verstoren. Elk type bindstelsel moet toelaten dat koeien gemakkelijk kunnen neerliggen en rechtstaan, toegang tot water en tot voeder hebben en comfortabel kunnen rusten.

Neerliggen en rechtstaan

Het natuurlijk neerliggedrag begint wanneer het dier de grond besnuffelt terwijl het langzaam voorwaarts beweegt in de zoektocht naar een geschikte plaats om neer te liggen. Wanneer de koe een geschikte plaats heeft gevonden, beweegt ze haar kop heen en weer om de plaats te onderzoeken. Dan buigt ze haar voorpoten, knielt en plaatst vervolgens voorzichtig een achterpoot onder haar lichaam en gaat er op liggen. Neerliggen vraagt voldoende ruimte zodanig dat dit gedrag op een normale manier kan uitgevoerd worden. De kop en het lichaam van een volwassen koe kunnen 0,6 tot 0,7 m naar voor neigen zowel tijdens het verloop van het neerliggen als van het rechtstaan, als een middel om tegengewicht te bieden in de beweging.

Wanneer de koe op een natuurlijke manier wil rechtkomen, komt ze eerst recht tot de knieën, op hetzelfde moment dat ze haar kop naar voor beweegt komt de achterkant omhoog, waarbij de knieën van de voorpoten als scharnierpunt fungeren. Deze beweging is een van de grootste fysieke activiteiten van rundvee. Natuurlijk neerliggedrag is de omgekeerde beweging van natuurlijk rechtkomgedrag, alhoewel dieren vaak hun achterhand lichtjes zijwaarts bewegen en zo in een meer diagonale ligpositie terecht komen.

Zonder belemmering voeren koeien het neerliggen en rechtstaan vaak in een ononderbroken beweging uit. Bij koeien die binnen gehouden worden kunnen hun bewegingen gehinderd worden door gebrek aan ruimte en/of door harde en gladde vloeren. Het neerliggen en rechtstaan kan tijdens verschillende fases onderbroken worden, of de bewegingen kunnen abnormaal worden uitgevoerd. Koeien die abnormaal neerliggen of rechtkomen doen dit meer en meer naarmate ze ouder worden. De handelingen van neerliggen/rechtstaan kunnen verschillende minuten in beslag nemen in plaats van de normale tijdsduur van respectievelijk 15-20 en 5-6 seconden. Tegelijk is het risico dat een koe zichzelf verwondt hoger. Een voorbeeld van abnormaal neerliggedrag is dat de koe een of twee knieën plooit als ze wil gaan liggen, dan stopt, weer rechtstaat en opnieuw op alle vier de poten staat. Een ander voorbeeld van abnormaal gedrag is proberen rechtkomen als een paard, m.a.w. niet op de knieën maar met rechte voorpoten.

Het verloop van de natuurlijke bewegingen om recht te staan van runderen wordt in opeenvolgende afbeeldingen weergegeven in Figuur 3.



Figuur 3: Natuurlijk gedrag bij rechtkomen van rundvee.



2.2.3.2 Voederopname

Koeien spenderen, afhankelijk van hun dieet, 5 tot 9 uur aan eten. Elke periode van voederopname (10-15 keer/dag) duurt ongeveer 30 tot 45 minuten.

Het voedersysteem moet daarom ontworpen zijn om competitie, frustratie en agressie te vermijden. De belangrijkste factoren zijn ruimte per dier, voederbeschikbaarheid, ontwerp van het voederhek en toegangstijd tot het voeder. Zelfsluitende voederhekken kunnen competitie vermijden en zijn nuttig om dieren te observeren en te behandelen. Elke beperking in het aantal plaatsen kan ertoe leiden dat ranglage dieren onvoldoende voeder kunnen opnemen en als gevolg hiervan minder melk produceren.

2.2.3.3 Drinken

Koeien drinken dagelijks tot 130 liter water in 10-15 bezoeken aan de drinkbak (Castle en Thomas, 1975). De consumptie van water hangt af van het drogestofgehalte van het rantsoen, de melkgift en de omgevingstemperatuur (Figuur 43).

2.2.3.4 Voortbeweging

Vloeren moeten een stabiele tred bieden opdat koeien kunnen bewegen zonder angst om uit te glijden of te vallen. Elke slippartij tijdens of als gevolg van confrontaties kan de koeien in een staat van chronische stress brengen. Gladde vloeren kunnen ook als gevolg hebben dat koeien zich minder gaan verplaatsen, minder tochtverschijnselen vertonen en zich minder inspannen om proper te blijven. Uitglijden is een van de belangrijkste oorzaken van kreupelheid bij melkvee. Moeilijkheden bij de voortbeweging kunnen onregelmatig afslijten van de klauwen en kreupelheid veroorzaken. Vloeren met goede grip versterken het vertrouwen en leiden tot meer natuurlijke voortbewegingen en gedragingen.

2.2.3.5 Stereotiep gedrag

De koe gedraagt zich op een manier die tegemoetkomt aan de meeste situaties die zich in de natuur voordoen. Anderzijds zullen koeien die zich voor een probleem geplaatst zien dat ze niet kunnen oplossen, gestresseerd of gefrustreerd geraken.

Als een koe bijvoorbeeld in een bindstal geconfronteerd wordt met een dominante en agressieve buur, is haar natuurlijke respons zich buiten haar bereik te brengen. In vastgebonden toestand is dit onmogelijk en kan de koe in hoge mate gestresseerd worden.

Omwille van het gebrek aan mogelijkheden om zich natuurlijk te gedragen kunnen gebonden koeien vaak stereotiep gedrag vertonen zoals tongspelen, stangbijten en leunen. Zelfs koeien in vrijloopstallen kunnen stereotiep gedrag vertonen als zij geconfronteerd worden met verschillende stresserende factoren, of als zij in slecht ontworpen stallen worden gehuisvest.

2.2.4 Omgeving en gezondheid

2.2.4.1 Luchtkwaliteit en ventilatie

In goed geventileerde melkveestallen (via natuurlijke ventilatie), is de luchtkwaliteit gewoonlijk goed en geen oorzaak van ademhalingsproblemen bij volwassen dieren. Over het algemeen laat natuurlijke ventilatie een goede luchtkwaliteit aan een lage economische kost toe.

In veel stallen is de bezetting hoog, de vloeren kunnen bedekt zijn met urine en mest, er is eventueel een mengmestkelder aanwezig en er is kans op de aanwezigheid van stoffig voeder en strooisel. Als gevolg daarvan is de lucht in dergelijke dicht bezette stallen mogelijk verontreinigd met anorganisch stof, sporen, gisten, bacteriën en virussen, stalgassen en andere pollutanten. De partikels kunnen infecties, allergieën en andere ongewenste gevolgen veroorzaken, terwijl de gassen giftig, verstikkend of

irriterend kunnen zijn. Deze pollutanten kunnen zeer klein en onzichtbaar zijn en zijn soms geurloos, waardoor ze moeilijk waarneembaar zijn. Ze zijn echter gemakkelijk te inhaleren. In rundveestallen zal slechte luchtkwaliteit vooral een dramatisch effect hebben bij kalveren gedurende de eerste twee levensmaanden. Goede managementpraktijken houden onder andere de opname van kwalitatieve biest onmiddellijk na de geboorte in. Dit zorgt voor passieve immuniteit in afwachting van de ontwikkeling van het eigen weerstandsvermogen. Het is bovendien belangrijk dat jonge kalveren (vooral tijdens de eerste twee maanden) niet worden blootgesteld aan hoge infectiedruk door via de lucht verspreide kiemen afkomstig van oudere dieren. Dit is de voornaamste reden voor de aanbeveling om jonge kalveren en volwassen runderen gedurende de eerste twee maanden niet samen te huisvesten. Volwassen runderen zijn resistenter en kunnen dergelijke infectiedruk aan. Hoewel volwassen koeien zelden klinische tekenen van ademhalingsproblemen vertonen, kunnen ze toch negatief worden beïnvloed op het vlak van productie en algemene gezondheidstoestand. Er is onvoldoende kennis over het verband, maar het is duidelijk dat ook bij mensen die lange tijd hebben gewerkt in intensief uitgebate stallen een hoge incidentie van ademhalingsziektes kan worden vastgesteld.

2.2.4.2 Licht

Licht in stallen is belangrijk aangezien dieren moeten kunnen zien om normaal gedrag te vertonen, bijv. bewegen, voeder opnemen of liggen. Het is bovendien van belang voor de verzorgers om dieren te inspecteren en te verzorgen.

De duur van de lichtperiode heeft een invloed op de groei van vaarzen en op de melkproductie van koeien. Vaarzen bereiken de puberteit vroeger en groeien sneller als ze aan een lichtregime van 16 uur daglicht worden blootgesteld, in vergelijking met veel kortere daglengtes (Tucker et al., 2008). Toenemende daglengte stimuleert de melkgift. Vooral gedurende herfst- en wintermaanden (in het noordelijk halfrond) leidt 16 uur licht per dag, gedeeltelijk bereikt door middel van kunstlicht, tot een productiestijging van 7 tot 15% in vergelijking met de natuurlijke daglengte (bijv. Reksen et al., 1999; Miller et al., 1999). Het is nochtans in functie van een correcte hormonale cyclus belangrijk om ook een voldoende lange periode van duister te handhaven, waarbij de optimale duur 6 uur per dag bedraagt. Naast de lichtduur is ook de lichtsterkte van belang (zie 2.3.8). Onderzoek naar dit thema is lopend en aanbevelingen kunnen wijzigen in functie van nieuwe onderzoeksresultaten. De meest actuele informatie moet worden gebruikt bij het ontwikkelen van schema's en praktijken voor gecontroleerde belichting.

2.2.4.3 Geluid

Geluid kan een negatieve impact hebben op dierenwelzijn (Waynert et al., 1999; Schäffer et al., 2001). Maatregelen moeten worden genomen opdat geluiden die angst opwekken worden vermeden (rammelen van zelfsluitend voederhek, deuren, machines, enz.). Ook continu achtergrondlawaai (bijv. ventilatoren, warmtewisselaars, enz.) kunnen hetzelfde effect hebben. In melkstallen moet het geluidsniveau zo laag mogelijk worden gehouden (melkmachine, vacuüm regeling, hekwerk, ventilatoren, radio, enz.) en de melker zou niet moeten schreeuwen om zich verstaanbaar te kunnen maken.

2.2.5 De verzorger

Het welzijn van de koeien wordt beïnvloed door de behandeling die ze ondergaan van de verzorger. Het is belangrijk dat de aanwezigheid van mensen geen angst oproept of stressreacties veroorzaakt. Een

goede verzorger neemt een zorgzame, vriendelijke en voorspelbare houding en gedrag aan ten opzichte van de dieren.

De houding van de verzorger en de manier waarop de koeien worden behandeld is vooral belangrijk tijdens het melken omdat hij/zij dan nauw contact heeft met de koe. Hoeveel tijd het vergt voor een koe om van de wachtruimte naar de melkstand te komen, is afhankelijk van de houding van de verzorger. Het aantal keren mesten in de melkstand stijgt als de verzorger een onvriendelijke houding aanneemt (Waiblinger et al., 2003). Verder daalt de melkproductie als het melken gebeurt door een onvriendelijke persoon. Handige faciliteiten die de verzorger helpen om zijn of haar taak uit te voeren en degelijke training kunnen resulteren in verbeterde koeverzorgings- en koebehandelingsprocedures. Hoewel een hoge mechanisatiegraad de last van de verzorger kan verlichten, heeft het ook een keerzijde. Koeien kunnen de verzorger beschouwen als de persoon die (soms pijnlijke) diergeneeskundige handelingen uitvoert in plaats van diegene die het voeder komt brengen. In dergelijke situaties is het belangrijk dat de verzorger een andere manier vindt om zijn/haar aanwezigheid te verbinden aan een positieve dierrespons. Verzoekers die melkveestapels managen hebben nood aan aanleg en training om de nodige vaardigheden te ontwikkelen in het gebruik van de uitrusting en faciliteiten die bij de job horen.

2.3 OMGEVINGSVEREISTEN

2.3.1 Inleiding

Melkkoeien, zoals alle levende wezens, wisselen continu energie en massa uit met de omgeving. Hierbij zijn de voor de productie belangrijkste factoren deze die de warmte-uitwisseling (voelbare en latente warmte) en de ademhaling beïnvloeden. Om die reden zijn de belangrijkste omgevingsparameters om te beheersen in functie van optimale gezondheidstoestand, optimaal welzijn en productie:

luchttemperatuur, relatieve luchtvochtigheid, stralingstemperatuur, luchtsnelheid, concentratie aan schadelijke gassen, stofconcentratie en concentratie aan micro-organismen. Andere belangrijke omgevingskarakteristieken naast thermale uitwisseling zijn licht en geluid (zie 2.2.4).

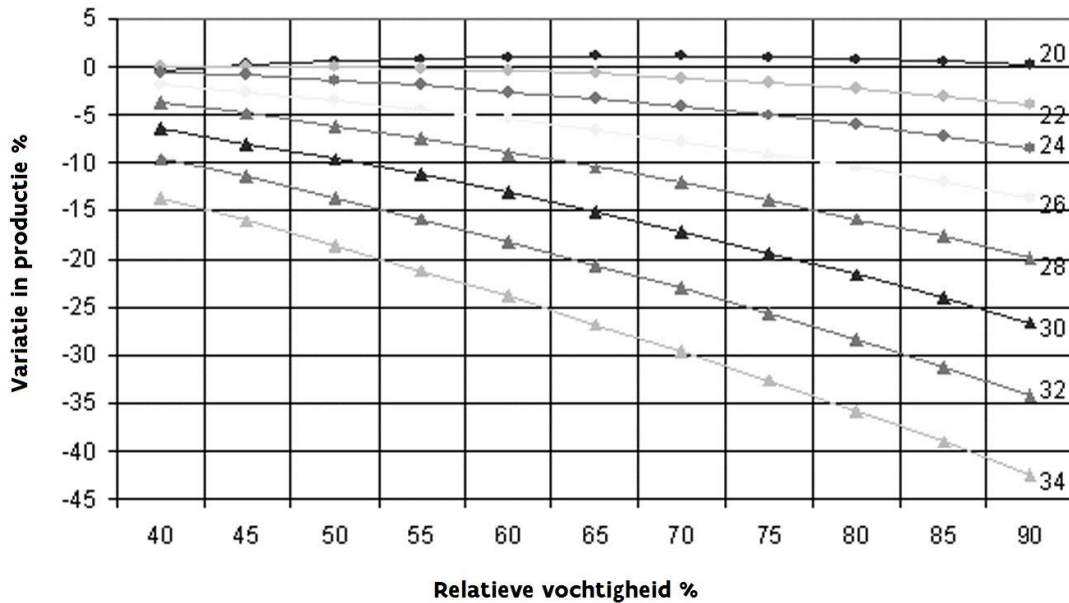
Er is veel onderzoek gebeurd om de kritieke waarden van dergelijke parameters te bepalen, maar de grote variatie aan experimentele omstandigheden (dieren en behandelingen) en het verschil tussen dierresponsen onder proefcondities en deze onder reële veehouderij omstandigheden, maken het moeilijk om wetenschappelijk correcte drempelwaarden te bepalen. Om die reden is het voor onze doelstellingen aan te raden, eenvoudige, praktische, zij het benaderende, waarden te gebruiken.

2.3.2 Luchttemperatuur

Als we limieten voor luchttemperatuur definiëren moeten we een onderscheid maken tussen de behoeften van de dieren en deze van de mensen en de uitrusting. De menselijke respons is niet dezelfde als deze van de dieren, vooral in koude klimaten, waar koeien veel lagere luchttemperaturen kunnen tolereren dan mensen.

Melkkoeien bijv., vooral de hoogproductieve, kunnen als ze correct worden gevoederd en beschermd worden tegen tocht, zeer lage temperaturen verdragen (tot -20° C of lager voor Holstein koeien) zonder een daling van de melkproductie (uiteraard vermindert de voederefficiëntie wel). Om die reden is het in een koud klimaat vooral belangrijk om overmatige luchtbeweging rond de dieren te vermijden.

Anderzijds vereisen sommige toepassingen (mestschuiven, sproeien en vooral melken) en sommige



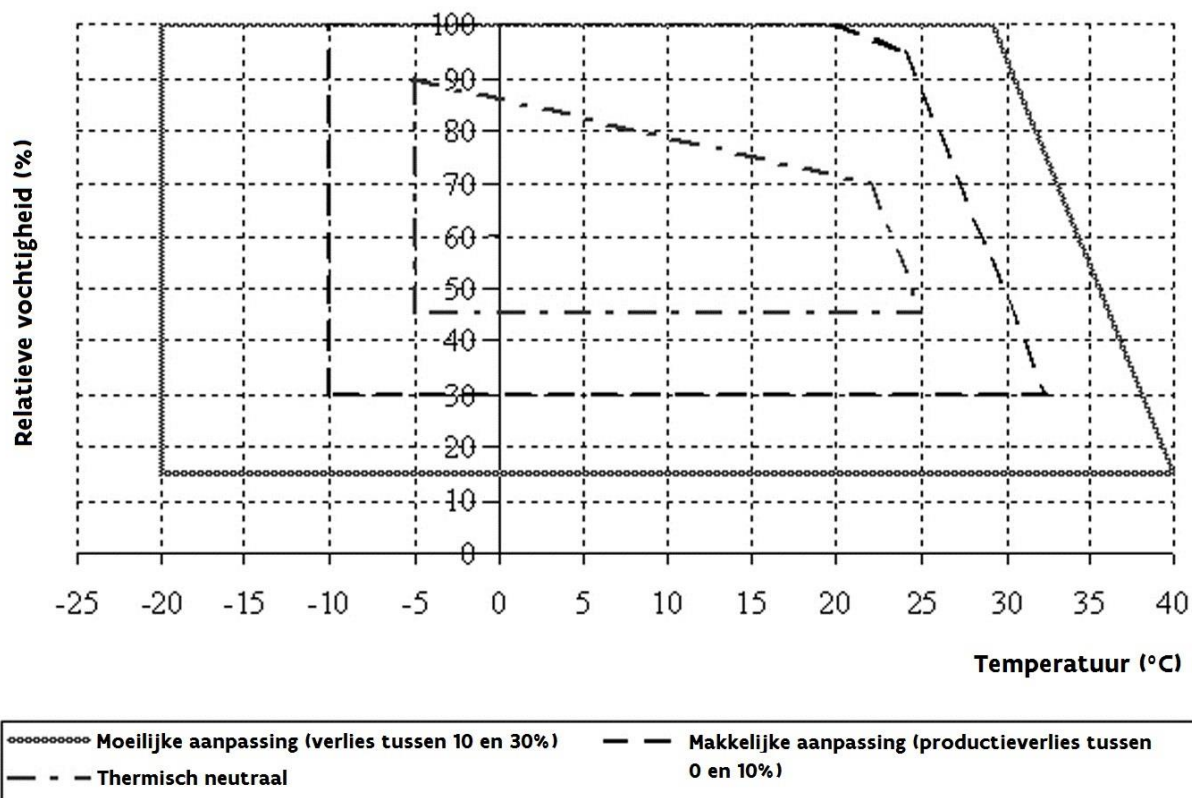
Figuur 4: Variatie in melkproductie (%) in relatie tot relatieve vochtigheid (RV) en temperatuur, bij een luchtsnelheid van 0,5 m/s (Baeta et al., 1987).

Ook te droge lucht kan gevaarlijk zijn. Onder de 40% neemt de stofontwikkeling toe en de slijmvliezen van de bovenste ademhalingswegen worden droog. In een zeer warm en droog klimaat moet ook het risico op uitdroging worden onderkend. In een koud klimaat is hoge RV niet alleen nadelig door toenemende warmteverliezen (aangezien het haarkleed nat wordt en dus minder isolerend werkt), maar ook door de overdracht en de vermenigvuldiging van micro organismen te bevorderen. Bovendien zijn de dieren vuiler en natter als de staloppervlakken (voornamelijk de vloeren) constant nat zijn. Dit kan ook resulteren in een slechtere staat van de constructie. (Voor de gecombineerde parameters temperatuur en relatieve vochtigheid zie ook Figuur 5).

2.3.4 Stralingswarmte

Naast de luchttemperatuur kan ook de temperatuur van de omgevende oppervlakken het thermisch gedrag van dieren bepalen, als gevolg van de invloed op de warmte-uitwisseling via straling. De omgevingstemperatuur wordt daarom beter gedefinieerd als een combinatie van de luchttemperatuur en de oppervlaktetemperaturen van de bouwelementen (gewoonlijk hun gemiddelde). Warmte-uitwisseling van een koe met de oppervlakken, door straling, hangt vooral af van het verschil in oppervlaktetemperatuur en van de afstand tot die oppervlakken. Daarom is het belangrijk te voorkomen dat dieren te dicht bij zeer koude of zeer warme oppervlakken zijn of er door omringd worden.

Zonnestraling kan een vergelijkbaar effect hebben, zowel op een directe als op een indirecte manier (d.w.z. gereflecteerd door de lucht en andere dichte of verre massa). Directe zonnestraling kan in warme klimaten ernstige consequenties hebben op productie en welzijn, en moet zoveel mogelijk voorkomen worden.



Figuur 5: Grafiek die de limieten van gelijkaardige dierlijke productie respons weergeeft in functie van luchttemperatuur en relatieve vochtigheid bij een luchtsnelheid van 0,5 m/s.

Een andere benadering bestaat er in een unieke indicator te gebruiken die het gecombineerd effect van luchttemperatuur en relatieve vochtigheid kan uitdrukken. De meest gebruikte dergelijke indicator is de Temperature Humidity Index (THI), weergegeven door de formule:

$$THI = DBT + 0,36 DPT + 41,2$$

waarbij DBT de droge bol temperatuur is (° C) en DPT is de dauwpunt temperatuur (° C).

Een meer praktische versie is:

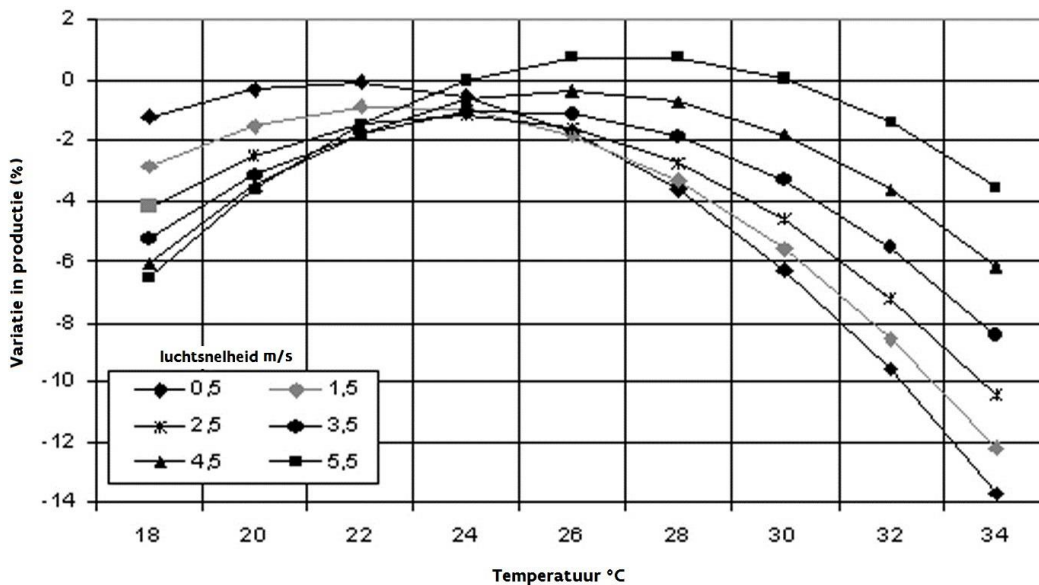
$$THI = (1,8 T + 32) - [(0,55 - 0,0055 RV) \times (1,8 T - 26,8)]$$

waarbij T de luchttemperatuur is en RV de relatieve luchtvochtigheid (%).

Deze formule leidt tot een iets ander resultaat dan de vorige formule, maar is aanvaardbaar voor praktische doeleinden.

De bovenste kritische limiet varieert tussen 69 en 75, maar gewoonlijk wordt een waarde van 72 gebruikt. De daling in melkproductie wordt geschat op 2% per eenheid boven de kritische waarde. Hoe





Figuur 7: Variatie in melkproductie in relatie tot luchttemperatuur en -snelheid, bij RV van 60 % (naar Baeta et al., 1987).

2.3.7 Luchtkwaliteit

De lucht in stallen met hoge veebezetting kan vervuild zijn met anorganisch stof, sporen, schimmels, bacteriën en virussen, gassen en andere pollutanten.

De schadelijke gassen die in de hoogste concentraties voorkomen zijn ammoniak, koolstofdioxide en waterstofsulfide. Voor deze gassen worden specifieke aanbevelingen voor maximale concentraties weergegeven in Tabel 4 (aangepast uit CIGR 1984).

Tabel 4: Aanbevelingen voor maximale gasconcentraties (CIGR 1984).

Gas	Maximale concentratie (ppm)
Koolstofdioxide (CO ₂)	3000
Ammoniak (NH ₃)	20*
Waterstofsulfide (H ₂ S)	0,5

*In rundveestallen wordt 10 aangeraden

Om hoge concentraties te vermijden worden maatregelen genomen zoals aangepaste ventilatie, frequente verwijdering van mest of drainage van de urine via aangepaste vloeren. Gevaarlijke situaties kunnen ontstaan, vooral wanneer mest in beweging is gebracht voor en gedurende het legen van mestkelders. In dergelijke situaties moeten deuren en andere openingen zoveel mogelijk worden opengezet, of dieren en verzorgers moeten uit de stal worden gehaald.

Stof is een vaak genegeerde fysieke luchtvervuiler, die echter gevaarlijk kan zijn, niet alleen voor dieren maar ook voor mensen. De kleinste stofpartikels zijn de gevaarlijkste. Hoge fijnstofconcentraties kunnen irritatie veroorzaken van de ademhalingswegen en van de slijmvliezen en permanente beschadiging van de longblaasjes met zich meebrengen. Bovendien wordt de verspreiding van micro-organismen bevorderd. Over het algemeen is de stofconcentratie in rundveestallen niet zeer hoog (aanvaardbaar

2.4 DUURZAAMHEID EN PRODUCTIESYSTEMEN

2.4.1 Algemene definitie

De moderne maatschappij vraagt van landbouw, net zoals van andere sectoren, dat duurzame productiesystemen worden toegepast. Duurzaamheid kan voor verschillende mensen een verschillende betekenis hebben, maar een frequent vermelde definitie is:

“Duurzame ontwikkeling is ontwikkeling die de huidige behoeften vervult zonder de mogelijkheden van toekomstige generaties te compromitteren om ook aan hun behoeften te voldoen.” (WCED, 1987)

Het concept duurzaamheid omvat economische, sociale en ecologische aspecten. Het heeft als doel de beschaving en de menselijke activiteiten zo te ontwikkelen dat de maatschappij en haar leden in staat zijn haar noden te stillen en het grootst mogelijke potentieel in het heden te bereiken, met behoud van biodiversiteit en natuurlijke ecosystemen, én tegelijk te plannen en te handelen om deze idealen in de toekomst oneindig te behouden. Dit concept van duurzaamheid over generaties heen is belangrijk en nationale en internationale wetgeving en beleid vormen een kader waarin dit kan gerealiseerd worden.

2.4.2 Duurzaamheid en agrarische constructies-praktische aspecten bij het bouwen van melkveestallen

Zelfs als aspecten van duurzaamheid op het vlak van stallen eerder complex zijn zou gepoogd moeten worden het concept te vertalen naar bouwkundige termen. Binnen deze context kunnen drie hoofdzaken worden onderscheiden: bouwmaterialen en ontwerp, milieukundige aspecten en socio-economische aspecten met inbegrip van dierenwelzijn en gezondheid.

2.4.2.1 Bouwmaterialen en ontwerp

Hergebruik van bouwmaterialen

Problemen met asbest en deels met isolatiematerialen tonen het belang aan om bij de bouw van nieuwe stallen al rekening te houden met hergebruik en afbraak. Natuurlijk denkt niemand al aan afbraak (Figuur 8) bij de constructie van een nieuwbouw, maar het gebruik en de techniek veranderen tegenwoordig veel sneller dan in vroegere decennia. Beperkte beschikbaarheid van bronnen brengt mee dat ook ruwe materialen gesorteerd en gerecycleerd moeten worden. Gerecycleerd beton bestaat voor 25% uit gegraneerde oude beton als alternatief voor grind waardoor de noodzaak vermindert om beton afkomstig van afgebroken gebouwen te dumpen. Ook gemengde granulaten van beton, bakstenen en stenen kunnen aan beton worden toegevoegd en eventueel voor verharding dienen.

Hergebruik of conversie van gebouwen

Bij nieuwe constructies moet worden nagedacht over mogelijke toekomstige bestemmingen. Afhankelijk van de hoogte van het geraamte en aan- of afwezigheid van bijkomende palen, kunnen melkveestallen in de toekomst gebruikt worden voor opslag, rijhal of industrieel gebouw mocht de melkveehouderij niet langer economisch interessant zijn.

Uitbreiding

Een nieuwe constructie moet, in het kader van een bedrijfsontwikkelingsplan, zo gepland worden dat ze in de toekomst gemakkelijk kan uitgebreid worden, zelfs als dit niet direct noodzakelijk lijkt. Dit omvat ook het (bouw)perceel, vooral in landen met beperkte beschikbaarheid van land. Voor het gebouw zelf



locatie en technisch ontwerp van de mestopslag. In sommige landen is het omwille van milieueffecten verplicht om mestilo's af te dekken.

Energiebesparing: Energiebesparende concepten zijn een "must" en worden al geruime tijd op melkveebedrijven toegepast. Energie als gevolg van melkkoeling kan worden gebruikt om (drink)water op te warmen of voor verwarmen. Er zijn drie hoofdcategorieën voor energiebesparende technologie: melkkoelsystemen; energie-efficiënte motoren en variabele snelheid vacuümpompen; en energie-efficiënte verlichting.

Productie van hernieuwbare energie: Bij de constructie van een nieuw gebouw, zeker als de veestapel opgeschaald wordt, zouden de vereisten om zonne-energie te produceren minstens in overweging moeten worden genomen (oriëntatie van het gebouw, dakhelling).

Waterbron management: Bij nieuwbouw zou aandacht moeten besteed worden aan het voorkomen van wegspoelen van vervuild water. Concepten waarin regenwater van propere oppervlakten wordt gescheiden van dat van vuile oppervlakten kunnen vrij gemakkelijk toegepast worden bij het plannen van nieuwbouw. Bijv. wisselen tussen buizen voor vervuild en voor proper water als de opslag voor voeder of mest tijdelijk buiten gebruik en proper is. Het installeren van een tweede buis is veel gemakkelijker vóór het gebouw is afgewerkt. Indien mogelijk kan proper run-off water en grijs water verzameld worden in een opslagtank of bassin om stalruimtes te spoelen in functie van reinigingsdoeleinden.

Andere omgevingsimpact: Landelijke omgevingen zijn meer en meer bezorgd voor stof afkomstig van veehouderijen. Het is een goede praktijk om burens al in een vroeg stadium te betrekken bij bouwplannen als impact kan worden verwacht. Impact, niet alleen op het vlak van gasvormige emissies, maar ook van geluid en geur en van verlichting van een gebouw. In deze context moet in het bijzonder aandacht worden geschonken aan het uitzicht en de aanvaardbaarheid van het gebouw. Dak, kleuren en materialen spelen daarin een belangrijke rol en kunnen tijdens de planningsfase vrij eenvoudig worden aangepast. Dit kadert niet alleen in functie van de inpasbaarheid in het landschap, maar betekent ook al dan niet acceptatie door de buurt.

2.4.3 Socio-economische aspecten, dierenwelzijn en gezondheid

In dit kader moet men proberen diergezondheid preventief te ondersteunen door stallen zo te ontwerpen dat de dierbehoefte (meer dan) voldaan zijn. Het is evident dat in een stal verse lucht nodig is om ademhalingsziektes te helpen voorkomen, maar in de landbouw zijn compromissen vaak zichtbaarder dan de beste praktijken. Informatie over het toepassen van preventieve diergezondheidsmaatregelen kan worden gevonden in elk hoofdstuk van dit rapport, o.a. de hoofdstukken over vloeren, klimaat, behandelruimtes. Een bijkomend aspect, dat niet behandeld wordt, zou de nood kunnen zijn van runderen aan blootstelling aan buitenlucht en zon en aan grazen als natuurlijke gedragsuiting van herkauwers. Sommige productiesystemen volgens lastenboeken zoals bijv. in Zwitserland (RAUS) of de biologische productiewijze erkennen deze behoeften en voorzien dieren van toegang tot weiden en uitlopen. Dit kan preventief werken, de blootstelling aan zon (uv-straling) stimuleert bijvoorbeeld vitamine D-synthese bij koeien.

Een goede werkomgeving draagt bij aan het socio-economisch welzijn en de arbeidsveiligheid van de verzorger. In hoofdstuk 3.11 worden de normen en eisen besproken. De kans is groter dat gemotiveerde verzorgers op een goede manier met de dieren omgaan.

Hulpmiddelen voor monitoring zoals video en een stalkantoor dat kan gebruikt worden als observatieruimte, vergemakkelijken het kuddemanagement en zijn kostenbesparend.

2.4.4 Methodes tot duurzame productiesystemen

2.4.4.1 Labels en lastenboeken

Voedselveiligheid: veel lastenboeken zijn ontwikkeld om de consument te informeren over de productiewijze. Er is variatie van eenvoudige oorspronglabels tot labels die bepaalde kwaliteitsaspecten garanderen. Label Rouge in Frankrijk bijvoorbeeld garandeert een superieur kwaliteitsniveau. Dergelijke labels kunnen ook duurzaamheidsaspecten omvatten. Consumenten kunnen echter beïnvloed worden door sterke consumentenmerken waarin duurzaamheid niet per definitie de primaire zorg is.

Productie volgens lastenboeken gaat vaak gepaard met beperkt gebruik van (kunst)mest en pesticiden om de impact op grondwater of bodem en lucht te beperken. Een voorbeeld van een milieulabel was het Nederlandse Groen Label dat ammoniakemissiereductie beoogde.

2.4.4.2 Biologische productie

Het grondidee van biologische productie is een duurzame voedselproductie binnen de landbouwcyclus (EC-richtlijn 889/2008). "Huisvestingscondities moeten in hoge mate beantwoorden aan dierenwelzijnseisen, en kunnen verder gaan dan de Europese welzijnsstandaarden..." De holistische benadering van biologische productie omvat grondgebonden veehouderij, preventief diergezondheidsmanagement en een laag niveau van externe input zoals soja. Gestart als een niche productiesysteem heeft de biologische productie gedurende het laatste decennium in vele landen steeds meer aan belang gewonnen. De consumentenvraag was de stimulerende factor voor de ontwikkeling van de biologische productie, vooral op de momenten dat de gangbare landbouw een crisis doormaakte (BSE, MKZ). In verschillende Europese landen worden onderzoek naar biologische landbouw en biologische thema's gestimuleerd. "De biologische sector loopt op tot naar schatting 7,6 miljoen ha in 2008, dit is 4,3% van het EU-27 landbouw areaal. In de periode 2000-2008, was de gemiddelde jaarlijkse groei 6,7% in de EU-15 en 20,0% in de EU-12" (EU 2010). In 2007 was 2,7% van de rundveestapel in de EU biologisch. In 2007 waren er 2,4 miljoen runderen gecertificeerd, de grootste producenten zijn Duitsland, Oostenrijk, het Verenigd Koninkrijk en Italië. Duitsland is de grootste melkproducent met meer dan 0,1 miljoen koeien. De lidstaten met het grootste aandeel koeien zijn echter Oostenrijk (15,6%), Denemarken (9,6%) en Italië (3,2%).

Het labelen van biologische producten is een vermelding waard. Om het label te mogen dragen moet het landbouwbedrijf waar het product geproduceerd is gecontroleerd worden door een erkend controle-organisme dat nagaat of aan alle vereisten is voldaan. Hoewel duurzaamheid een doel is binnen de biologische productie is de term biologisch geen synoniem van duurzaam in de brede betekenis van het woord zoals eerder beschreven (inclusief aspecten zoals voedselaanbod).

Als een veehouder biologische productie overweegt moet hij verschillende huisvestingsaspecten beschouwen. Nationale regels kunnen verschillen van land tot land, maar een algemeen aanvaarde wereldwijde standaard is de Codex Alimentarius van de FAO/WGO. Deze kan beschouwd worden als de minimum standaard voor biologische productie. Een belangrijke partij op het vlak van biologische productie is de EU, die een verplichte standaard oplegt voor de productie in de EU-27 én voor de landen die biologische producten in de EU importeren.

Codex Alimentarius van IFOAM “Guidelines for the Production, Processing, Labelling and Marketing of Organically Produced Foods” omvat relevante paragrafen voor de huisvesting van runderen:

- “Alle zoogdieren moeten toegang hebben tot beweiding of een uitloop in openlucht die gedeeltelijk overkapt mag zijn, en ze moeten in staat zijn deze ruimtes te gebruiken wanneer de fysieke toestand van het dier, de weersomstandigheden en de bodemtoestand dat toelaten.”
- “In huisvesting van vee moeten niet-ruwe, maar ook niet-gladde vloeren voorzien zijn. De vloer mag niet volledig uit rooster of draad bestaan.”
- “De huisvesting van kalveren in individuele boxen en het vastbinden van vee zijn verboden tenzij goedgekeurd door de bevoegde overheid.”

De invloed van verschillende regelgeving op het ontwerp van biologische huisvesting van melkvee is vergeleken in Tabel 5. Noot: er kunnen variaties zijn in verschillende landen.

Tabel 5: Vergelijking van de eisen voor biologische productie op het vlak van rundveehuisvesting.

	FAO/WGO “Codex Alimentarius”	EU biologische productie 889/2008
Vloer	Mag niet volledig uit roostervloer bestaan	Max. 50% roostervloer
Onthoornen	Per uitzondering	Per uitzondering
Groepshuisvesting kalveren	-	Beginnen in 2 ^{de} levensweek
Bezettingsdichtheid binnen	-	4,5 m ² /melkkoe
Bezettingsdichtheid buiten	-	6 m ² /melkkoe
Buitenbeloop	Ofwel buitenbeloop ofwel weide is verplicht	Toegang tot graasweide en buitenbeloop verplicht

Andere typische verschillen tussen biologisch en gangbaar melkvee zijn:

- om de eisen efficiënt in te vullen is de toegang tot een gedeeltelijke niet overkapt uitloop vaak gerealiseerd door een voederplaats onder een apart dak te creëren, verbonden met de ligruimte door een open loopgang.
- Afhankelijk van de nationale eisen, vergt de huisvesting van gehoornde dieren extra ruimte (ongeveer 25%) bovenop de in Tabel 5 vermelde minimale oppervlakte per dier. Ook het voederhek moet aangepast zijn.

Noot: bindstallen zijn in sommige landen niet meer toegelaten.

3 ASPECTEN VAN HET STALONTWERP

Tegenwoordig worden in de meeste landen twee types huisvestingssystemen voor melkvee toegepast: bindstallen voor kleine veestapels en vrijloopstallen voor gemiddelde tot zeer grote veestapels. In bindstallen is de bewegingsvrijheid van de koeien beperkt en vinden veel activiteiten (staan, liggen, eten, melken, enz.) plaats op dezelfde locatie. In contrast hiermee laten vrijloopstallen vrije beweging toe. Ze bestaan gewoonlijk uit een ligruimte, een voedergedeelte, loopgangen en een melkstand.

Bindstallen zijn minder populair geworden omwille van het lagere koecomfort en de arbeidsintensieve aard (arbeid voor melken, voederen en mesten). Toch worden bindstallen vaak verkozen bij kleine veestapels waar de arbeid bijvoorbeeld beperkt is tot deze door de eigenaar. Redenen hiervoor zijn traditie, vertrouwdheid met het systeem, het regelmatig nauw contact met de dieren en de nadruk op het werk in en rond het gebouw. Vrijloopstallen bieden meer comfort voor dieren en verzorger en kunnen dus welzijn en productie verbeteren. Om die reden zijn vrijloopstallen indien mogelijk te verkiezen.

3.1 VRIJLOOPSTALLEN

3.1.1 Inleiding

Drie hoofdtypes van vrijloopstallen zullen worden beschouwd: ligboxenstallen, strostallen en hellingstallen.

Ligboxenstallen. ligboxen zijn individuele plaatsen waar koeien een relatief proper, droog en veerkrachtig ligbed vinden. De afmetingen moeten zodanig zijn dat de dieren gemakkelijk en zonder verwondingen kunnen opstaan en neerliggen en comfortabel kunnen rusten. Koeien zijn vrij een ligbox te kiezen en deze te betreden en te verlaten. Aangezien ligboxen met een minimum aan strooisel kunnen worden toegepast gaan ze vaak gepaard met de productie van mengmest. Bij overvloedig gebruik van strooisel wordt stalmest geproduceerd. Goed ontworpen ligboxen zorgen ervoor dat koeien zich naar achteren verplaatsen als ze opstaan en dus eerder mesten en urineren in de loopgang dan op het ligbed. Toch zal bij een comfortabele lighouding een klein deel van de feces achteraan het ligbed terechtkomen.

Strostallen (potstallen, strooiselstallen, compost(ering)stallen): strostallen bestaan uit onbelemmerde ingestrooide ligruimtes voor een groep dieren, hetzij voor een volledige stapel, hetzij voor een deel van de stapel. Strooisel wordt verspreid bovenop een vloer met weinig ($\leq 2\%$) of geen hellingsgraad. Het strooisel neemt mest en urine op in de vorm van een dik stromestpakket, dat wordt verwijderd wanneer nodig. Strooiselmanagement, met inbegrip van verwijdering van mest en toevoegen van vers strooisel, draagt bij aan koecomfort en –hygiëne. Het ontwerp en de afmetingen van de ligruimte moeten zodanig zijn dat elk dier genoeg ruimte heeft om zonder verstoring te rusten en te circuleren naar voeder- en drinkplaatsen.

Een recente variëteit hiervan in de VS is de composteringsstal. Bij dit systeem wordt een dikke laag van fijn droog strooiselmateriaal in de ligruimte aangebracht. Het materiaal wordt minstens twee maal per dag met een trekker met cultivator of rotoreg bewerkt. Dit brengt de mest in de strooisellaag en verlucht het mengsel zodat aerobe afbraak (compostering) kan gebeuren. Vers strooisel wordt toegevoegd als het materiaal zo vochtig wordt dat het aan de koeien blijft kleven. De stal dient dus ook als mestopslag. Typisch is dat het materiaal zich opbouwt gedurende 8-12 maanden en dan wordt verwijderd en als compost op het land gebracht. Dergelijke stallen worden gebouwd met hoge daken in functie van de gebruikte machines, de opbouw van de dikke compostlaag en voldoende natuurlijke ventilatie via gordijnen in de zijgevels. Rond de ligruimte is gewoonlijk in beton of hout een muurtje voorzien van 1 m hoog. Een voederhek en voedergang lopen evenwijdig aan de ligruimte.

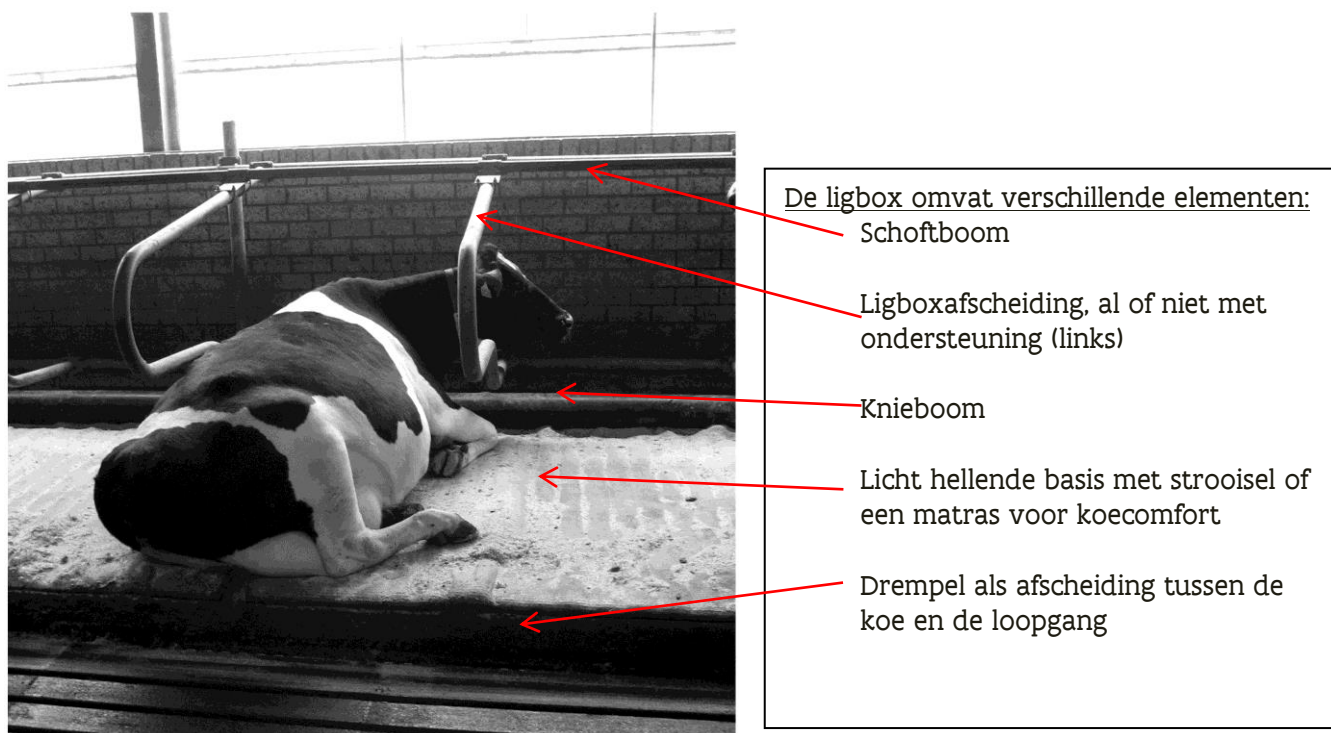
Hellingstallen: ook hellingstallen bestaan uit onbelemmerde ingestrooide ruimtes voor een groep koeien, maar de vloer heeft een hellingsgraad van 10% tot 16%. De activiteiten van de koeien zorgen ervoor dat

//

het stromestpakket langs de helling naar het laagste punt schuift, waar het verzameld en verwijderd wordt. De hellingstal wordt soms afgeraden voor melkkoeien omdat het een managementgevoelig systeem is op het vlak van hygiëne en uiergezondheid. Hellingstallen worden vaker toegepast voor vleesvee (CIGR ontwerp aanbevelingen voor vleesveestallen, 2002) en jongvee (12-24 maanden, bijv. vóór het afkalven) en worden in dit rapport niet verder besproken.

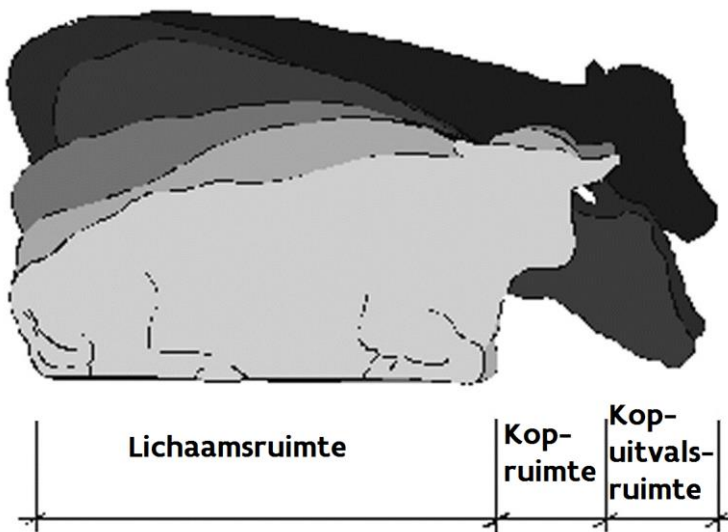
In sommige landen vormen overwinteringspleinen een alternatief voor stallen. Dergelijk “plein” biedt een gedraineerde lig- en loopplaats in de buitenlucht, op een bed van houtsnippers. Er wordt een veel lagere bezettingsdichtheid gehanteerd dan bij een conventionele stal. Het effluent heeft echter een hoge concentratie aan nutriënten. Onder de houtsnippers wordt het effluent opgevangen in een laag klei of kunststof en bewaard tot gepast gebruik op een veldgewas. Het bed van houtsnippers bevat de meeste nutriënten afkomstig van de dieren en wordt ook hergebruikt indien mogelijk. In koudere klimaten worden windbrekende afsluitingen of groenschermen aangebracht om extra schuilmogelijkheden te bieden. Omwille van bezorgdheden op het vlak van uiergezondheid, hygiëne en melkqualiteit lijkt dergelijk systeem meer aangewezen voor drogere en warmere klimaten. Bij seizoensgebonden begrazing kunnen ze toegepast worden voor overwintering van niet-lacterende dieren.

3.1.2 Ligboxenstallen



Figuur 9: Onderdelen van een ligbox.

De ligbox is een extreem belangrijk element van de dieromgeving, bepalend voor het comfort, de hygiëne en de gezondheid. Ligboxen moeten een droge, comfortabele en vertrouwen wekkende ligplaats bieden aan de koeien. Koeien moeten in staat zijn ligboxen vlot te betreden en te verlaten en op te

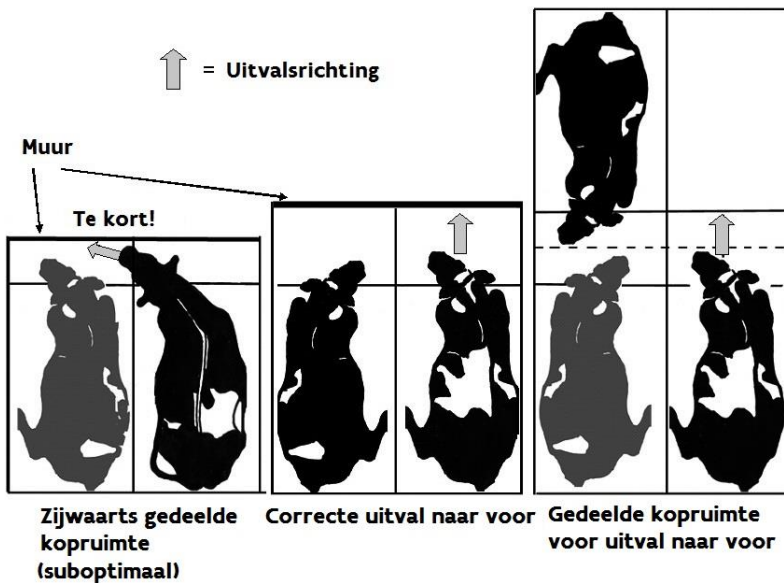


Figuur 10: Natuurlijke beweging bij het rechtstaan van een koe.

3.1.2.2 **Ligboxen met gedeelde ruimte**

Bij ligboxen die te kort zijn om koeien toe te laten naar voor te bewegen bij het rechtstaan, moet een koe de kopuitvalsruimte delen met de ligboxen naast of voor haar om makkelijker te kunnen rechtstaan. Gedeelde kopruimtes aan de zijkant laten toe dat koeien naar voor bewegen door een opening in de zijkant van de ligboxafscheiding in de naastgelegen ligboxen. Dit kan toegepast worden om bestaande ligboxen die te kort zijn diervriendelijker te maken. Hoewel dit naar opzij uitvallen geen normaal koegedrag is, kunnen koeien deze techniek aanleren, wanneer koeien zich hier niet aanpassen zullen zij de ligboxen minder gebruiken. Aangezien koeien verkieszen om naar voor uit te vallen, is het beter om hier voldoende ruimte te voorzien om dit mogelijk te maken dan gebruik te maken van dit type ligbox bij een nieuwbouw.

Kop-aan-kop ligboxen bieden de mogelijkheid om de tegenoverliggende ligbox te gebruiken om kopuitvalsruimte te creëren, op voorwaarde dat de voorkanten goed zijn ontworpen. In dit geval is de kopuitvalsruimte niet echt beperkend voor de koe. Dit geldt ook voor ligboxen in een enkele rij zonder belemmering bijv. in de vorm van een muur.



Figuur 11: Manieren om ruimte te voorzien voor een rechtekomende koe.

3.1.2.3 Ligboxen zonder gedeelde ruimte

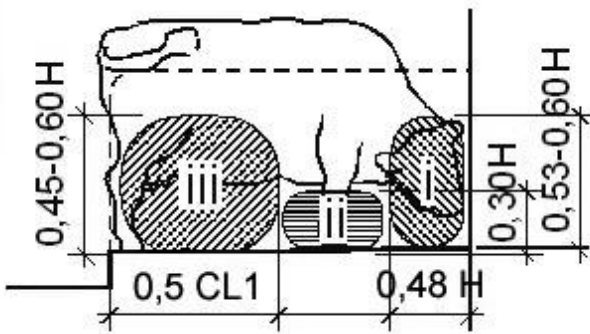
Wanneer er niet gekozen wordt voor een gedeelde kopruimte, moeten individuele ligboxen lang en breed genoeg zijn om normale koebewegingen mogelijk te maken, met bijzondere aandacht voor het opstaan. Dergelijke boxen hebben een knieboom nodig om te verhinderen dat koeien te ver in de box gaan liggen. De schoftboom verhindert dat de koe te ver naar voor staat.

3.1.2.4 Ligboxindeling

De ligboxafdeling loopt bij voorkeur van de voorkant van de ligbox tot 200 mm afstand van de loopgang (en zeker tot 300 mm van de loopgang), dit om te verhinderen dat koeien het achterste deel van de box gebruiken om op te lopen, en om koeien niet te hinderen als ze de loopgang gebruiken. De afdeling moet voldoende hoog zijn om te verhinderen dat koeien zich omdraaien.

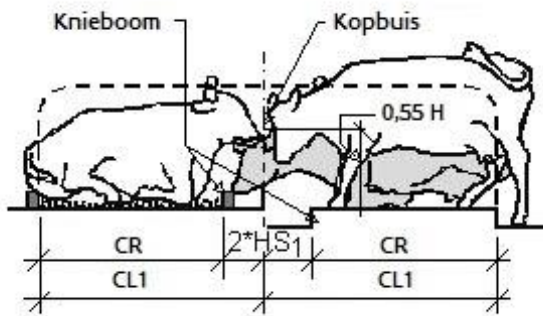
Afscheidingen moeten over 3 zones zonder obstructies beschikken (Figuur 12):

- zone voor de kop (i),
- zone voor controle van het liggedrag (de vrije opening moet klein genoeg zijn opdat koeien niet onder de afdeling kunnen liggen en groot genoeg opdat de poten niet klem zouden komen te zitten) (ii),
- zone voor bekkenbewegingen, zo ontworpen dat schade aan de heupen en ribben voorkomen worden (iii).



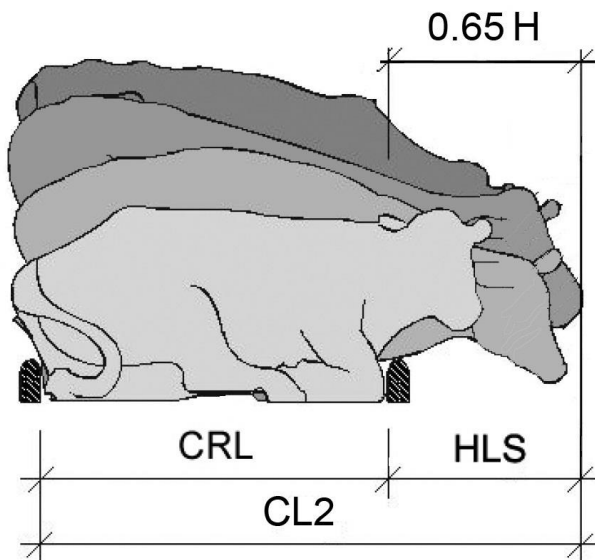
Figuur 12: 3 vrije zones in de ligbox (opm. H = schofthoogte).

Figuur 13 geeft de afmetingen weer voor ligboxen met kop-aan-kop gedeelde ruimte. Merk op dat de donkere koe rechts een uitvalsbeweging maakt om op te staan en gebruik maakt van de kopruimte vóór haar. Figuur 14 toont de afmetingen voor een ligbox zonder gedeelde ruimte.



Figuur 13: Ligboxen met gedeelde kopruimte.





Figuur 14: Ligbox zonder gedeelde ruimte.

3.1.2.5 **Basisafmetingen van de ligbox**

Alle afmetingen zijn uitgedrukt in functie van de afmetingen van de koe, L en H (in meter) zoals besproken in 2.1

Ligboxbreedte (CW)

Wordt berekend aan de hand van formule (1) en staat voor de vrije afstand tussen ligboxafscheidings.

$$CW = 0,83 H \quad (1)$$

Lengte van het ligbed (CRL):

Wordt berekend door formule (2)

$$CRL = 1,06 L \quad (2)$$

Kopruimte (HS):

Is de lengte waarover de koe moet beschikken om haar kop te leggen als ze neerligt. De kopruimte staat in relatie tot de schofthoogte (H). Berekend door formule (3).

$$HS = 0,48 H \quad (\text{voor alle types ligboxen}) \quad (3)$$

Kop- en uitvalsruimte: (HLS)

Dit is de ruimte die moet voorzien worden om een koe die neerligt ongehinderd te laten rechtstaan.

Deze ruimte staat in relatie tot de schofthoogte. (4)

$$HLS = 0,65 H \quad (\text{voor alle types ligboxen}) \quad (4)$$

Totale boxlengte (CL):

Dit is een belangrijk gegeven in het ontwerp van rundveestallen. Het wordt verkregen door de waarde van CRL op te tellen bij respectievelijk de waarde van HS of HLS. Formule (5) is voor kop-aan-kop ligboxen en formule (6) voor alle andere types van ligboxen.

$$CL1 = 1,06 L + 0,48 H = CRL + HS \quad (\text{kop-aan-kop met gedeelde ruimte}) \quad (5)$$

////////////////////////////////////

$$CL2 = 1,06 L + 0,65 H = CRL + HLS \text{ (niet gedeelde ruimte) (6)}$$

Hoogte van de schoftboom (NRH):

De hoogte van de schoftboom wordt berekend door formule (7).

$$NRH = (0,80 \text{ tot } 0,90) H \text{ (7)}$$

Afstand van de schoftboom tot de achterrand (NRD):

De horizontale afstand van de schoftboom tot de drempel wordt verkregen door formule (8).

$$NRD = CRL + 0,10 \text{ (8)}^1$$

Tabel 6: Minimale ligboxbreedte (CW), lengte van het ligbed (CRL), kopruimte (HS), kop- en uitvalsruimte (HLS), ligboxlengte (CL1 en CL2), schoftboomhoogte (NRH) en afstand schoftboom (NRD) volgens formules (1) tot (8).

Gewicht (kg)	L (m)	H (m)	CW (m)	CRL (m)	HS (m)	HLS (m)	CL1 (m)	CL2 (m)	NRH (m)	NRD (m)
550-649	1,69	1,40	1,16	1,79	0,67	0,91	2,46	2,70	1,12-1,26	1,79-1,89
650-749	1,75	1,44	1,20	1,85	0,69	0,94	2,54	2,79	1,15-1,30	1,85-1,95
750-850	1,80	1,48	1,23	1,90	0,71	0,96	2,61	2,86	1,18-1,33	1,90-2,00

Opgelet: drachtige en net gekalfde koeien (dieren met een grote uier) hebben meer ruimte nodig, daarom is het aangeraden om voor deze groepen dieren grotere ligboxen te voorzien.

3.1.2.6 Ligbed en strooisel

Het ligbed moet, samen met de bedding en het strooisel, een veerkrachtig, proper en droog oppervlak vormen. Het moet het koegewicht steunen en bestand zijn tegen uitholling door de hoeven bij het opstaan en het neerliggen. De constructie en het onderhoud moeten dusdanig zijn dat de voor de drainage beoogde helling wordt verkregen. Een helling van 2% tot 4% naar de mestgang toe, stimuleert de koeien om met de kop in de juiste richting te gaan liggen en verzekert de afvoer van de vloeistoffen. De keuze van het strooisel heeft gevolgen voor de mestopslag en –behandeling. Het gebruik van kort en fijn materiaal beperkt de hoeveelheid strooisel die in de mestgang terechtkomt.

Het gebruik van strooisel direct op een betonnen ondergrond zonder een strooiselstop, verzekert geen soepel en comfortabel ligbed, behalve bij het gebruik van grote hoeveelheden strooisel (bijv. meer dan 3 kg droog stro per koe per dag). Matrassen uit verschillende lagen waarbij vulmateriaal (stro, rubber, synthetische vezels,) wordt omsloten door een laag kunststof, worden met succes gebruikt, maar vereisen ook kleine hoeveelheden strooisel. Matten (rubber of kunststof in één laag) zijn minder interessant bij een dikte van minder dan 30 mm en een te lage dichtheid van het materiaal.

De ligboxen moeten twee keer per dag worden gecontroleerd waarbij nat strooisel en mest verwijderd worden. Minstens twee keer per week moet vers, droog en proper strooisel worden aangebracht. Ook de mestgangen moeten regelmatig worden gereinigd. Als de hygiëne van de ligboxen wordt verwaarloosd en ze te nat zijn of te veel met mest bevuild worden kan de populatie aan infectieuze bacteriën boven een kritische waarde uitgroeien. Een toename van uierontstekingen is het gevolg. Het ligbed situeert zich hoger dan de loop- of mestgang door de constructie van een drempel van 150 mm (dit kan uitzonderlijk verhoogd worden tot een maximum van 200 mm). De uiteindelijke hoogte en constructie moeten een specifieke manier van mest verwijderen toelaten, bijvoorbeeld met een

¹ Noot van de vertalers: dit wil zeggen dat de schoftboom 10 cm meer naar voor wordt geplaatst dan de knieboom.



mestschuif of door spoelen. Lange loop- of mestgangen die weinig worden gereinigd vragen een hogere drempel om te vermijden dat de mest tijdens het uitmesten zou “overlopen” in de ligboxen. Door regelmatig uit te mesten kan dit “overlopen” ook worden tegengegaan. De drempel moet hoog genoeg zijn om de koeien te ontmoedigen om half in/half uit de box te liggen. Een te hoge drempel kan de uiers kwetsen en kan een te zware belasting op de achterste klauwen en poten leggen bij het in- en uitstappen van de ligbox, of bij het gedeeltelijk staan in de box.

Als het ligbed van minder permanent materiaal is gemaakt zoals klei, moeten de gaten die door de activiteiten van de koeien worden gemaakt, regelmatig worden opgevuld. Een relatief vlak oppervlak vergemakkelijkt het liggen en opstaan en biedt meer comfort.

3.1.3 Ingestrooide vrije loopstallen

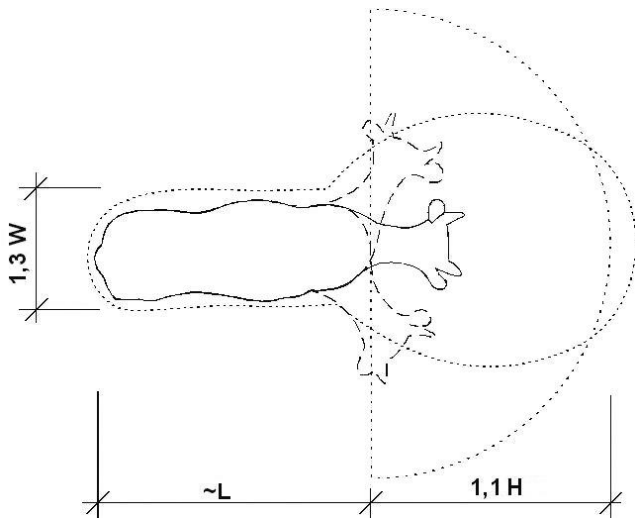
3.1.3.1 **Ruimtebehoeften om te rusten en te bewegen**

In het algemeen bestaan ingestrooide vrije loopstallen uit ongedeelde ingestrooide ligruimtes waar de dieren verschillende gedragingen uitvoeren zoals rechtstaan, liggen en rusten, bewegen,... Deze ruimte kan ook onderverdeeld worden. Er zijn twee grote onderverdelingen: systemen met twee ruimtes (één om te liggen en één om voeder op te nemen) en systemen met meerdere ruimtes waarbij meer dan één ruimte is voorzien om te liggen, voeder op te nemen en te bewegen. In dit laatste geval kan elk van de ruimtes als buitenbeloop ingericht zijn.

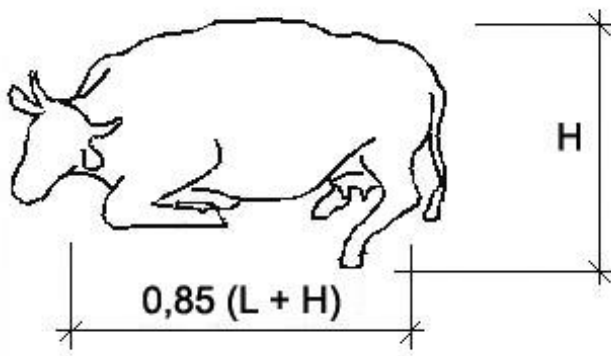
Per koe bestaat de minimale oppervlakte uit deze die nodig is om te liggen plus de ruimte die nodig is om ongehinderd van de ligruimte naar de voeder- en drinkplaats te gaan. Ongehinderd betekent dat de koe zich kan bewegen zonder risico op verwondingen of agressieve interacties. De totale ruimtebehoefte hangt af van veel verschillende factoren.

Er bestaan empirische (op ervaring gebaseerde) waarden voor de individuele ruimte die een koe nodig heeft. Figuur 15 geeft de ruimte weer die een staande koe nodig heeft. Deze bestaat uit een iets vergrote projectie van het lichaam op de grond plus een grotere tolerantieruimte voor de kop. Figuur 16 geldt voor een liggende koe terwijl Figuur 17 de dynamische ruimte bij het rechtstaan weergeeft, deze is ongeveer 1 meter langer dan de lengte ingenomen bij het liggen.

Men zou kunnen veronderstellen dat in gesloten loopstallen, met een ligruimte die aan een voederzone grenst (systeem met twee ruimtes), de minimale ligruimte overeenkomt met de ruimte voor de liggende koe plus de tolerantieruimte voor de kop. Voor een Friese koe zijn deze oppervlaktes respectievelijk 2,2 m² en 3,5 m², wat een totaal van 5,7 m² per dier geeft. Nochtans leert de ervaring dat een grotere ligruimte nodig kan zijn om nat strooisel te voorkomen, zo wordt over het algemeen 6,5 m² tot 7 m² aangeraden.



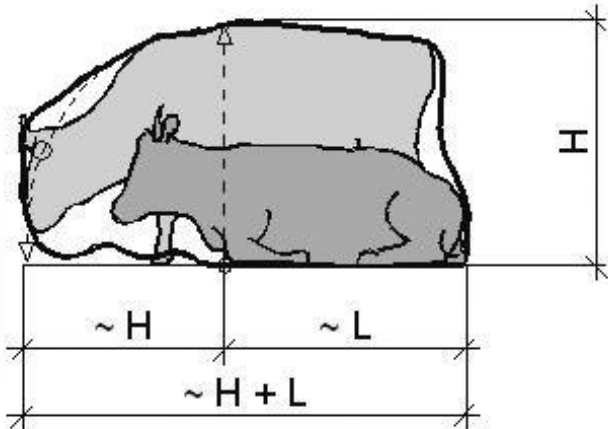
Figuur 15: Individuele ruimtebehoefte van een staande koe.



Figuur 16: Minimale ruimtebehoefte voor een liggende koe.

Als er een niet-ingestrooide, vrij toegankelijke loopruimte (systeem met meerdere ruimtes) beschikbaar is waar dieren kunnen bewegen, herkauwen, voeder opnemen en zich verzorgen, kan de ingestrooide ruimte verminderd worden met maximaal 20%. Dit is mogelijk omdat aan bepaalde gedragsbehoeften kunnen worden voldaan buiten de ligruimte.





Figuur 17: Dynamische ruimte nodig om recht te staan.

Op basis van ervaringen wordt een methode voor het berekenen van de minimale oppervlaktes voorgesteld. De waarden L en H komen overeen met de waarden die onder 2.1 werden gedefinieerd, alle oppervlaktes zijn uitgedrukt in m².

Ligruimte (LA):

De vereiste oppervlakte om op te staan en te gaan liggen wordt berekend in functie van de lichaamslengte en de lengte nodig om de kop naar voor te bewegen, vermenigvuldigd met de breedte die nodig is om comfortabel te kunnen liggen, $[0,85(L + H)]H$. Om voldoende ruimte te voorzien waarbij koeien tussen rustende dieren kunnen bewegen en daarbij rustende dieren niet te verstoren, is er extra oppervlakte nodig. Om deze ruimte te creëren moet er, afhankelijk van het type huisvesting, tussen de 1,38 en 1,65 keer de berekende ligruimte worden voorzien.

Let op dat de minimale ligruimte overeenkomt met de reële beschikbare ruimte voor de dieren. De totale oppervlakte is over het algemeen iets groter, rekening houdende dat sommige doorgangen tussen verschillende zones bevuild kunnen zijn zodat de runderen hier niet afdoende kunnen rusten.

Gebaseerd op deze gegevens worden de minimale oppervlaktebehoeften (LA1 en LA2) berekend volgens de volgende formules:

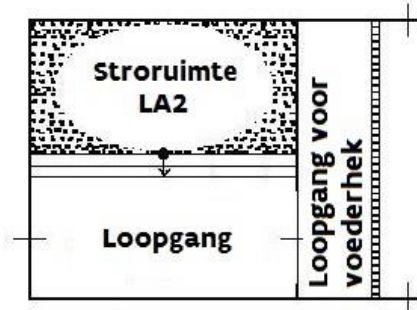
- **Systeem met 2 zones (Figuur 18)**
 $LA1 = 1,65 H[0,85 (L + H)]$ (oppervlakte ingestrooid in stal met 2 zones) (9)





Figuur 18: Strostal met 2 functionele ruimtes.

- Systeem met meer dan 2 zones (Figuur 19)
 $LA2 = 1,38 H[0,85 (L + H)]$ (oppervlakte ingestrooid in stal met meer dan 2 zones) (10)



Figuur 19: Strostal met verschillende functionele ruimtes.

Tabel 7 toont de berekende ligruimte en totale oppervlakte voor verschillende types van systemen en voor 3 verschillende afmetingen van koeien volgens de CIGR standaard (zie Tabel 1)

Tabel 7: Minimum ligruimte voor melkkoeien zoals afgeleid uit de formules (9) en (10).

Dierafmetingen			Ligruimte	
Gewicht (kg)	L (m)	H (m)	LA1 m ² /koe	LA2 m ² /koe
550-649	1,69	1,40	6,07	5,07
650-749	1,75	1,44	6,44	5,39
750-850	1,80	1,48	6,81	5,69

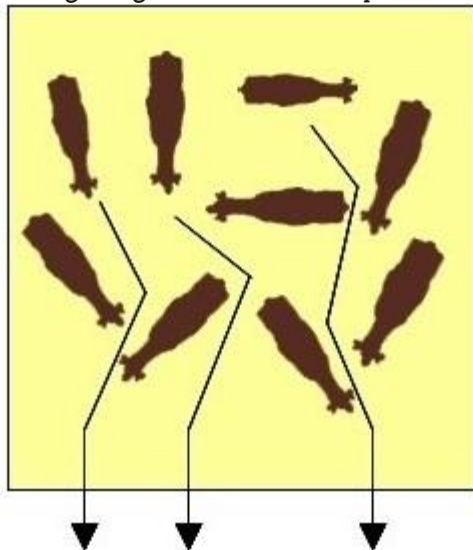
Opmerking: de ruimtebehoefte is berekend vanuit de lichaamsafmetingen en is een minimum. Deze kan groter zijn afhankelijk van de melkproductie, hoeveelheid stro, management, enz....

3.1.3.2 Vorm van de stro ruimte

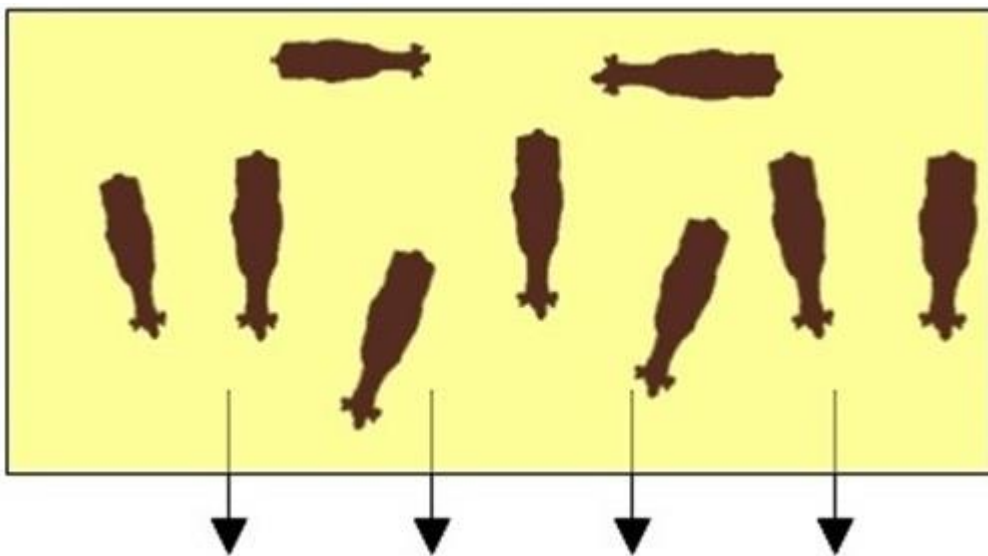
De ingestrooide ligruimte bij diepstrooiselsystemen fungeert als ligbed. De vorm kan in beperkte mate variëren en beïnvloedt de beschikbare ruimte voor de koeien. Aangezien koeien verkiezen om langs de wanden van de ligruimte te liggen, is een rechthoekige vorm te verkiezen boven een vierkant. (Figuur 20). Bij het bepalen van de beste vorm moet de lig- en eetruimte die 1 koe nodig heeft in acht worden genomen (Figuur 21). De afstand van de ligruimte en de eetruimte moet kort en direct zijn. De maximum

////////////////////////////////////

afstand tussen een voedergang en de achterkant van de storuimte ligt rond de 10 meter. Zo wordt het risico op letsels als gevolg van koeien die op elkaar trappen beperkt gehouden.



Figuur 20: Koeverkeer in vierkante stroboxen.



Figuur 21: Koeverkeer in rechthoekige stroboxen.

3.1.3.3 De verbinding tussen ligruimte en aanpalende loopgangen

Over het algemeen wordt een trap ingebouwd tussen ingestrooide ruimte en de aangrenzende loopgangen. Het hoogteverschil tussen de vloer van de ligruimte en de vloer van loopgangen hangt af van de frequentie waarmee het stro uit de ligruimte wordt verwijderd. Meer dan 1 trede kan nodig zijn waarbij individuele treden 200 tot 300 mm hoog zijn met een diepte van minstens 400 mm. Er moet aandacht geschonken worden aan het feit dat een lage reinigingsfrequentie omgekeerd evenredig staat met de gezondheidsstatus van de uier. Daarom is regelmatig (elke 6 tot 8 weken) verwijderen van stro aan te raden.

3.1.3.5 Strogebruik

De dagelijkse behoefte kan variëren afhankelijk van het stalontwerp, het management, de gewenste reinheid van de koeien en het klimaat.

Tabel 8 geeft de geschatte hoeveelheid stro voor de ligruimte afhankelijk van het ontwerp en het type huisvesting.

Volgende managementsmaatregelen zullen het stroverbruik helpen verminderen:

- gebruik oud stro dat droog is en van goede kwaliteit,
- verminder de bezettingsdichtheid (minder dieren per eenheid ligruimte,
- stel extra loopruimtes ter beschikking (systemen met meerdere ruimtes),
- voorzie een voederloopgang apart van de mestdoorgang,
- verwijder de mest op regelmatige tijdstippen,
- strooi frequenter bij (tweemaal per dag),
- voorzie een rantsoen dat aanleiding geeft tot drogere mest.

Tabel 8: Typisch gebruik van strooisel in verschillende huisvestingsontwerpen.

Strogebruik (kg/dag.m ²)	Systeemeigenschappen
1,0 – 1,2	Strosystemen met 2 ruimtes
0,7 – 1,0	Strosystemen met meerdere ruimtes

3.1.4 Voor- en nadelen van vrije loopstallen

3.1.4.1 Ligboxenstallen

Vergeleken met ingestrooide vrije loopstallen kunnen ligboxenstallen worden uitgerust met minder strooisel (stro, houtzaagsel, compost, zand, ...). Er is nood aan een goed management om een hoog niveau van reinheid aan te houden. Bovendien is het haast onmogelijk om een zeker percentage van hakletsels te vermijden.

Het gebruik van diepstrooiselboxen vermindert het aantal hakletsels aanzienlijk en verbetert het koecomfort, de netheid, uiergezondheid, melkkwaliteit (celgetal), enz.

Een slecht ligboxontwerp, plaatsing en management kunnen resulteren in een verminderd gebruik van de boxen. Problemen kunnen ook opduiken bij vaarzen die vóór het kalven niet getraind zijn in het gebruik van ligboxen.

De optimale afmetingen van de ligboxen, doorgangen, enz. en de plaatsing van drinkbakken, krachtvoederautomaten, enz. vragen speciale zorg en aandacht voor detail.

De constructie is duur en specifiek bedoeld voor melkkoeien. Het is moeilijk om de inrichting om te schakelen voor gebruik door andere types runderen en aan te passen aan een nieuw ras, of wanneer nieuwe regelgeving wordt geïntroduceerd.

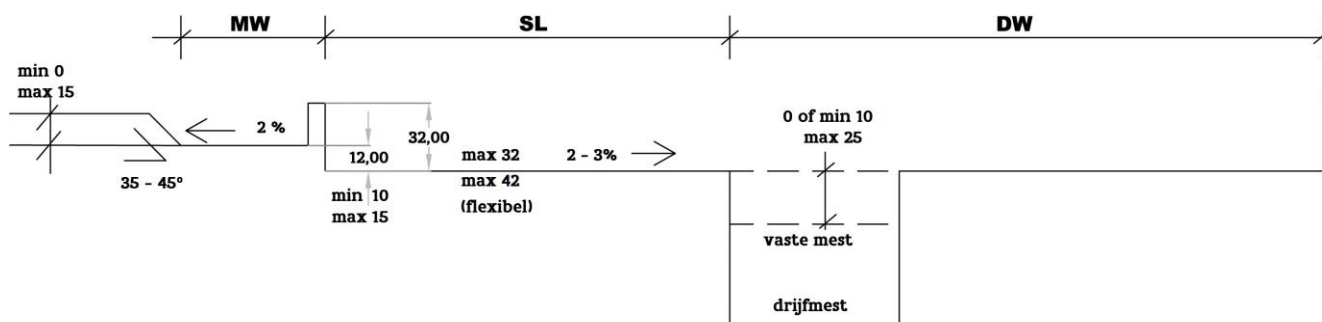
De investering ligt hoger (mestopslagcapaciteit) dan bij strosystemen, maar de jaarkost voor het strooisel en de arbeid zijn over het algemeen lager.

3.1.4.2 Ingestrooide stallen

Dit systeem is comfortabel voor dieren mits voldoende ruimte en optimaal gebruik van strooisel en management. Goed management van de ligruimte is noodzakelijk om problemen met de uiergezondheid te voorkomen.

De koe heeft meer vrijheid dan in een systeem met ligboxen en leert heel snel hoe de ruimte te gebruiken. Het risico op conflicten tussen koeien is groter.

////////////////////////////////////



Figuur 23: Lengtedoorsnede van een "korte stand" bindstal (afmetingen uitgedrukt in cm).

Breedte van de voederkrib (MW):

waarde (1) en (2) hieronder tonen de breedte van de voederkrib voor dieren van verschillend postuur. Een geschikte breedte van de voederkrib garandeert dat er voldoende voedervoorraad binnen het bereik van het dier blijft.

$MW = 0,60$ (voor dieren tot $H = 1,4 \pm 0,05$) (1)

$MW = 0,50$ (voor dieren tot $H = 1,3 \pm 0,05$) (2)

Lengte van de stand (SL):

deze wordt berekend volgens vergelijking (3)

$SL = 0,92 L + 0,3$ (3)

Tabel 9 toont standlengtes gebaseerd op CIGR gegevens (zie Tabel 1)

Breedte van de stand (SW):

de breedte van de stand moet het comfort en de veiligheid van de naburige dieren verzekeren en garanderen dat alle dieren tegelijkertijd kunnen liggen. Vergelijking (4) geeft de vereiste breedte weer.

$SW = 0,86 H$ (4)

Tabel 9: Standlengte (SL) en standbreedte (SW) gebaseerd op de CIGR standaardafmetingen voor koeien.

Afmetingen van het dier			Afmetingen bindplaats	
Gewicht (kg)	H (m)	L (m)	SL (m)	SW (m)
550	1,35	1,61	1,79	1,15
650	1,40	1,69	1,85	1,20
750	1,44	1,75	1,90	1,25
850	1,48	1,80	2,00	1,30

Breedte van de mest- en loopgang (DW):

de mest- en loopgang moeten voldoende plaats bieden om routinetaken (zoals melken, reinigen, geboortehulp, ...) gemakkelijk uit te voeren. Bovendien moet er voldoende ruimte zijn voor individuele koeien om in en uit de stand te stappen en voor alle koeien om in en uit het gebouw te komen. De breedte moet zich verhouden met de lengte van een dier ($DW = 1,45 L$) en mag niet minder dan 2 m zijn.

Standrijen:

om dieren van verschillend postuur te stallen kan het nodig zijn om standen van verschillende afmetingen te voorzien. Volgende opties kunnen gekozen worden:

voor kleine veestapels:

een taps toelopende schikking, waarbij de standlengte aan de ene kant van de rij het gemiddelde van de 25% kleinste koeien kan huisvesten en het andere eind het gemiddelde van de 25% grootste koeien. Dezelfde procedure kan gebruikt worden om de breedte van de standen te bepalen. Deze optie zal waarschijnlijk niet voldoen als koeien en vaarzen in dezelfde groep worden gehouden.

voor grote veestapels:

standrijen met aanpasbare lengte maar met een vaste breedte.

3.2.3 Stalvloeren en strooisel

Koeien hebben nood aan een propere ligruimte die voldoende grip biedt om te voorkomen dat dieren uitglijden bij het rechtstaan en neerliggen. Dunne, harde rubberen matten (0,02 m dik) zonder enig strooisel voldoen niet aan deze eisen. Zaagsel of houtsnippers zijn niet aan te raden, omdat deze huidirritaties en wonden kunnen veroorzaken. als er meer dan 2,5 kg strooisel per koe per dag wordt gebruikt, worden er vaak grote hoeveelheden stro in de mestgang getrokken. Het is dan arbeidsintensief en tamelijk duur om deze elke dag te reinigen.

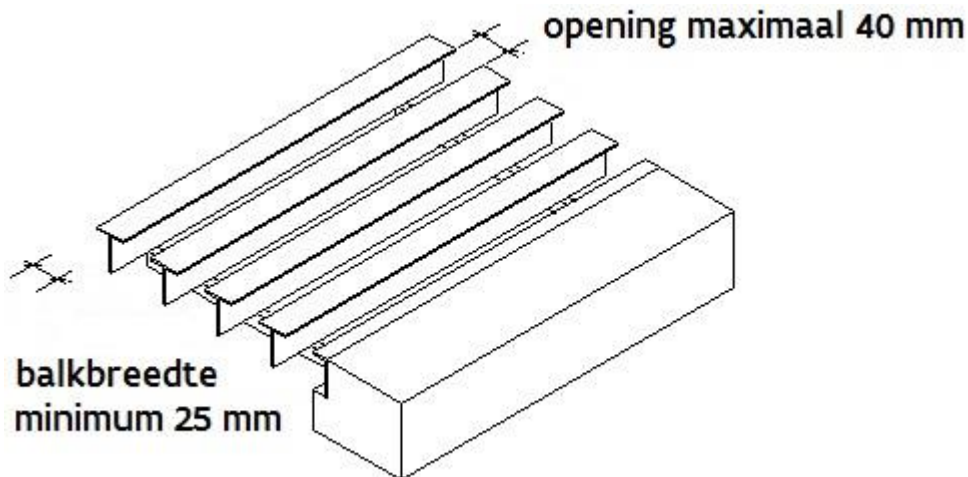
Zachte schuimrubber of kunststof matten ("animal comfort mats") met een dikte van meer dan 0,03 m, genieten de voorkeur boven de conventionele harde rubber matten. Gemalen of gehakseld stro (0,4 – 0,8 kg per dier per dag) of zaagsel moet op de rubber mat worden gestrooid om de ligplaats droger te houden. Koematrassen (zachte tweelagige matrassen of matrassen gevuld met versnipperd rubber) werden oorspronkelijk ontworpen voor ligboxen. Deze ontwerpen zijn ook succesvol toegepast in bindstallen, maar er kunnen holtes en gaten ontstaan door de klauwen van de koeien die voor lange tijd op dezelfde plaats blijven staan. Matrassen met voorgestikte sleuven genieten de voorkeur op systemen met losse rubberen vulling. In bindstallen worden voor de toplaag duurzamere materialen aangeraden De stand kan ook afgeschermd worden door een plank, buis of ronde paal aan de achterkant en bedekt worden met een mengsel van stro of ander organisch materiaal dat door de veehouder zelf wordt samengesteld (zoals een ligbox). In dat geval hebben dieren een comfortabele ligplek en is slechts 0,3 kg tot 1 kg stro per dier per dag nodig. Verdere details betreffende vloeren worden beschreven in 3.1.2.6. Het is belangrijk om opstappen te vermijden die te hoog zijn (max. 0,25 m aan de achterkant van de stand). Indien nodig moet de mestgang verhoogd worden.

Onder de stand en voederplaatsen is aarding van het bewapeningsnet aangewezen. Dit is om mogelijke problemen met zwerfstromen uit te sluiten.

Mest- en loopgangen mogen niet schadelijk zijn voor de klauwen. Ze moeten voldoende grip bieden aan de koe bij het stappen of het staan, in het bijzonder als dieren deze gebruiken om bijv. naar de weide te gaan. Mestgangen kunnen ofwel bestaan uit een volle vloer en afgescheiden zijn van de ligplaats door



een opstap of de mestgoot kan afgedekt zijn met een rooster. De rooster moet zowel klauwvriendelijk zijn als een goede doorlaat van de mest garanderen. De openingen tussen de balken mogen niet groter zijn dan 40 mm en de balken moeten minstens 25 mm breed zijn. De oppervlakte moet vlak zijn en vrij van bramen. Roosters met honingraatmotief of metalen roosters met rubber bedekking hebben een gunstig effect op het klauwcomfort.

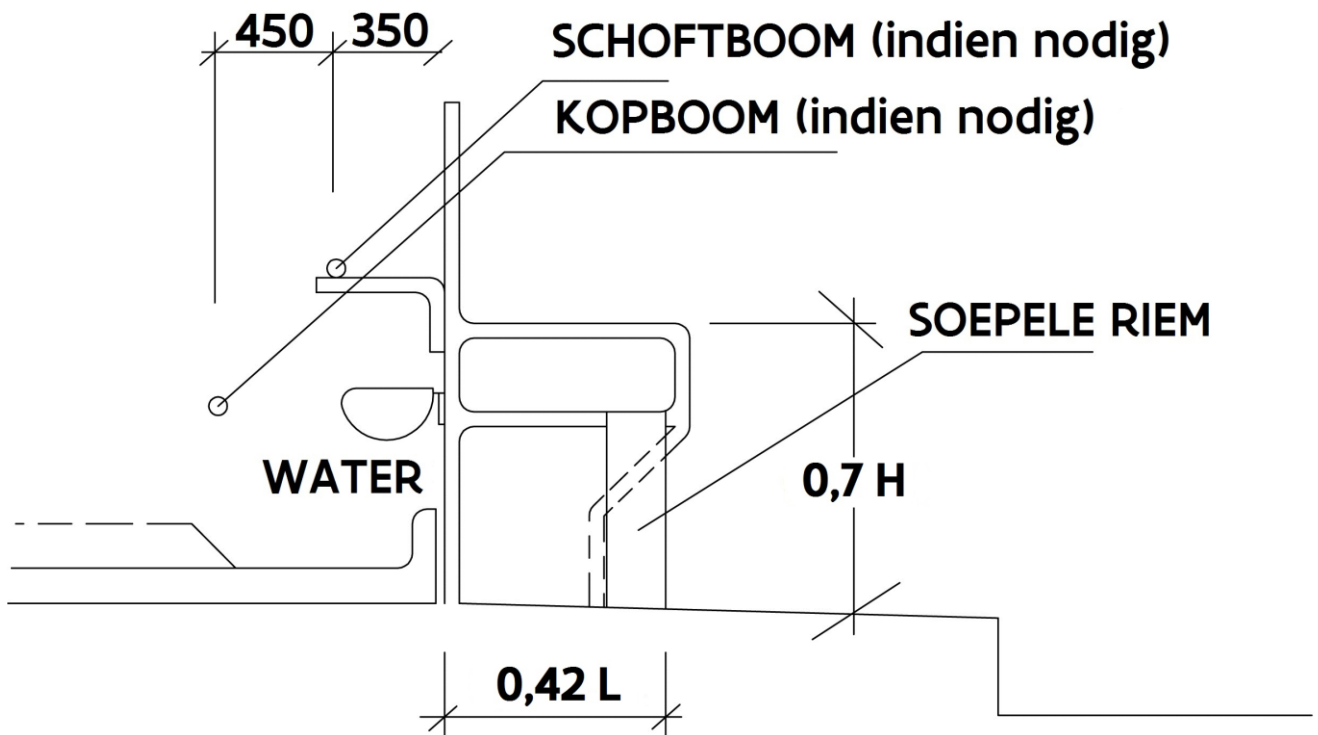


Figuur 24: Ontwerp van een rooster voor bindstallen.

3.2.4 Bindstelsels

Verskillende types bindstellen worden tegenwoordig in de praktijk gebruikt. Regelmatig worden er nieuwe ontwerpen ontwikkeld. In principe moeten bindstellen:

- toelaten dat dieren op een normale manier kunnen rechkomen, rechtstaan, neerliggen en liggedrag uitvoeren,
- toelaten dat dieren normaal eetgedrag kunnen vertonen,
- geen verwondingen aan de dieren toebrengen,
- toelaten dat dieren een zekere vorm van bewegingsvrijheid hebben terwijl het verhindert dat ze te ver in de voederkribbe geraken en dat ze de ligplek bevuilden,
- bewegingen van minstens 600 mm in de lengterichting en van 400 mm in de breedterichting (evenwijdig aan de kribbe) mogelijk maken en de dieren voldoende vrijheid bieden in de verticale richting,
- vijandige interacties met de naburige koeien tijdens het vreten verhinderen.



Figuur 25: Ruimtelijke schikking van schoft- en kopboom, afscheidingen en drinkbakken.

Afscheidingen tussen standen zijn bedoeld om het diagonaal staan en liggen te beperken. Zwevende afscheidingen hebben geen steunpoot tot de basis van de ligplek. Deze zijn het best voor diercomfort en voor de plaatsing van nieuwe bodem en strooiselconcepten. Afscheidingen mogen niet hoger zijn dan $0,7 H$ en mogen niet langer zijn dan $0,42 L$ (bijv. voor koeien $0,70 m$). Flexibele textiel riemen genieten de voorkeur voor dit doel (Figuur 26). Ze kunnen vastgemaakt worden aan uitspringende metalen haken en kunnen zelfs vaste afscheidingen vervangen.



Figuur 26: Soepele riem zonder vaste afscheiding (Schick, 2000).

3.2.5 Afkalf- en verzorgingsboxen

Aparte afkalfboxen moeten beschikbaar zijn in bindstallen. Extra verzorgingsboxen zijn aan te bevelen. Verdere aanbevelingen over het ontwerp hiervan worden gegeven in hoofdstuk 3.10.

3.2.6 Drinkwatervoorziening

De absolute minimumvoorziening bestaat uit één drinkbakje per twee standen. Deze opstelling houdt in dat koeien een drinkbakje delen, wat bij ranglage koeien stress kan meebrengen, de wateropname beperken en de productie doen dalen. Om die reden wordt één drinkbakje per stand verkozen. De aanbevolen plaats voor een drinkbakje wordt getoond in Figuur 25.

3.2.7 Koetrainers

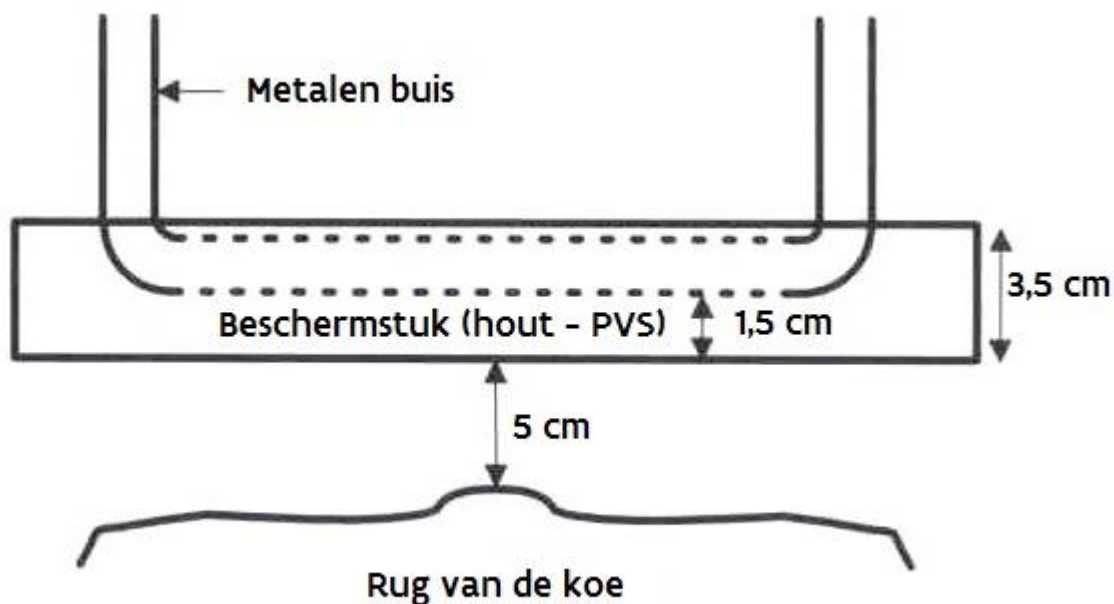
Bewegingsvrijheid kan resulteren in een aanzienlijke hoeveelheid mest die op de ligplek belandt. Een ligplek proper houden is arbeidsintensief en vraagt een aanzienlijke hoeveelheid strooisel. Zo niet neemt de kans op vuile koeien en besmette spenen toe. Om dit te voorkomen worden soms elektrische “koetrainers” gebruikt, die koeien dwingen om achteruit te stappen bij het mesten.

Het gebruik van koetrainers doet ernstige zorgen rijzen op vlak van welzijn. Volgende punten vragen de nodige aandacht om te voorkomen dat koeien onnodig stress ondervinden:

- de koetrainer moet zorgvuldig worden geplaatst op een hoogte van 50 mm boven de schoft bij een koe die in de normale staande positie staat (zie Figuur 27),
- de hoogte moet aanpasbaar zijn voor elk individueel dier,

- de koetrainer moet uitgeschakeld worden als een koe bronstig is, moet kalven of op een of andere manier behandeld wordt,
- er wordt aanbevolen om de koetrainer slechts één keer per week in te schakelen, dit zou geen aanleiding geven tot vuilere koeien,
- aangepaste toestellen (met lage ontladingsenergie, met tijdsschakelaar en met automatische uitschakeling) moeten gebruikt worden. Gebruik geen toestellen die als schrikdraad in weides worden gebruikt.

Koetrainers belemmeren sommige gedragingen (vooral bronst en verzorgingsgedrag) en beperken de bewegingsvrijheid van de koeien. Bijgevolg moet de koe de kans geboden worden tot regelmatige en aanzienlijke bewegingsmogelijkheden, en de dieren kunnen nood hebben aan regelmatige en grondige reiniging en verzorging door de veehouder. In sommige landen is het gebruik van elektrische koetrainers verboden.



© FAT 1999

Figuur 27: Correcte afstelling van een elektrische koetrainer.

Als alternatieven voor de elektrische koetrainer werden ontwikkeld: de afgedekte koetrainer is een vorm van elektrische koetrainer die bedekt is met een houten of plastic afscherming die door bijv. de koe omhoog kan worden geduwd en zo de metalen stick kan blootleggen.

3.3 VOEDERVOORZIENINGEN

3.3.1 Inleiding

De voederruimte is een belangrijk onderdeel van de stal, aangezien de dieren er dagelijks gedurende 5 tot 9 uur gebruik van maken. Voederhekken en voedergoten of -kribben moeten toegang bieden tot een groot volume voeder, competitie voor het voeder beperken, voederverspilling voorkomen en mogen de koeien niet kwetsen. De beste opstellingen zijn deze die niet oncomfortabel zijn en niet kwetsen en bovendien de beweeglijkheid naar voor maximaliseren en tegelijkertijd de zijdelingse bewegingen minimaliseren. Wanneer een voederruimte zich buiten het gebouw bevindt moet ze beschermd worden door een afdak.

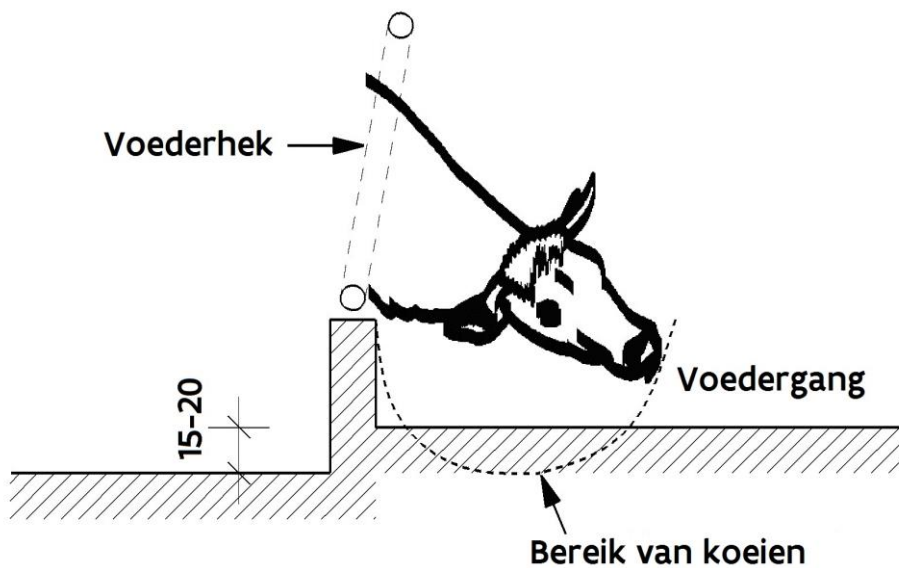
3.3.2 Aantal voederplaatsen

Ideaal is dat alle dieren tegelijkertijd kunnen vreten. Dit betekent dat per dier een voederplek aanwezig moet zijn. Wanneer het voeder permanent (dag en nacht) beschikbaar is voor de dieren, kan 1 voederplek per 2,5 dieren getolereerd worden. Indien er minder voederplaatsen dan dieren aanwezig zijn, mag er geen zelfsluitend voederhek gebruikt worden.

3.3.3 Basisafmetingen

3.3.3.1 Reikwijdte

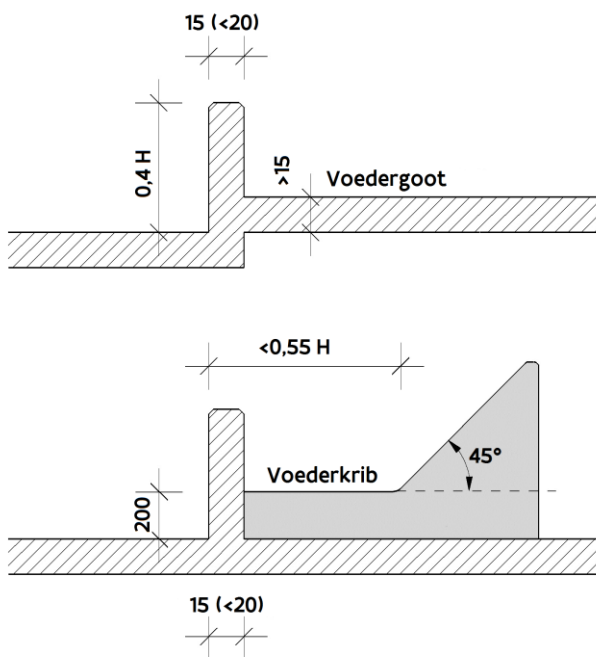
Met de bedoeling om extra voeder te krijgen, zal een koe met de schouders tegen het voederhek duwen, dit kan tot verwondingen leiden. Het voeder moet zich binnen de het normale bereik van de dieren bevinden (Figuur 30). De reikwijdte hangt af van de grootte van de koeien en de uitvoering van het voederhek. In het algemeen geldt: hoe groter het hoogteverschil tussen de voederloopgang en de voedergoot, hoe groter de reikwijdte. Echter, om het voederverlies te beperken wordt dit hoogteverschil best gelimiteerd tot 15 à 20 cm. Onderzoek heeft aangetoond dat het laten overhellen van het voederhek met 20° in de richting van de voedergoot (weg van de koe) de bereikbare hoeveelheid voeder vergroot zonder kwetsuren te veroorzaken. De afscheiding tussen de goot en het dier is bij voorkeur 15 tot 20 cm breed.



Figuur 30: Reikwijdte van koeien.

3.3.3.2 Voederkrib of voedergoot

Voederkribben vermijden dat dieren het voeder buiten hun bereik duwen (Figuur 31). Ze moeten minstens 60 cm diep zijn en 20 cm hoger dan de voedergang. Kribben zijn duurder dan vlakke voedergoten, vragen meer arbeid om te vullen en te reinigen en smalle voedergangen zijn eerder problematisch. Bij het voederen van silage moet de vloer beschermd worden tegen de zure sappen (door een coating met polyester of epoxyhars).



Figuur 31: Voedergoot en voederkrib.

3.3.3.3 Voederbreedte per dier

De breedte van een voederplek per dier (CS) wordt weergegeven door de volgende formule:

$$CS = 1,3 W$$

waarbij W = borstbreedte van het dier (zie Tabel 10).

Hieruit kan de lengte van het voederhek worden afgeleid.

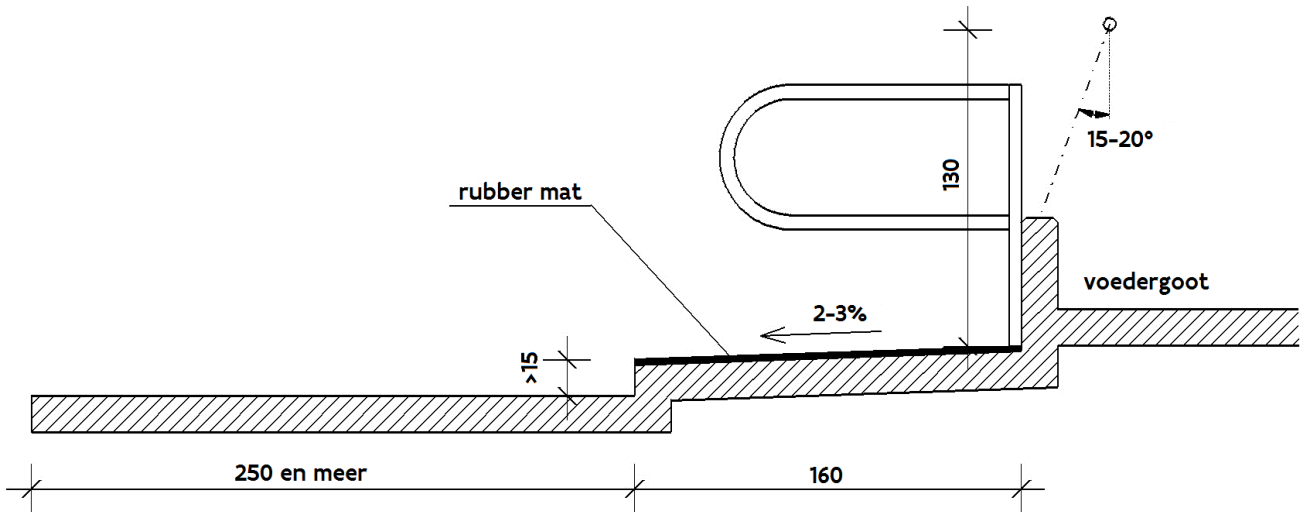
Tabel 10: Berekende voederbreedte per dier bij verschillende dieraafmetingen.

Gewicht (kg)	W = Breedte van het dier (cm)	CS = Voederbreedte
550	50	65
650	55	71
750	60	78
850	64	83

3.3.3.4 Voederstand

Competitie en agressieve interacties tussen naburige koeien aan het voederhek kunnen verminderd worden door het plaatsen van een fysieke afscheiding. Dit kan resulteren in een verhoogde drogestofopname. Een verhoogde vloer aan het voederhek zorgt ervoor dat de dieren niet gestoord worden door mestschuiven en dat ze droog en proper staan tijdens het vreten. Dit heeft, hopelijk, een betere klauwgezondheid tot gevolg (Figuur 32). Het gebruik van rubber matten op de voederstand kan

hier ook aan bijdragen. De loopgang voor het voederhek moet breed genoeg zijn zodanig dat twee koeien zonder elkaar te hinderen kunnen passeren.



Figuur 32: Voederstand (afmetingen in cm).

3.3.3.5 Voedergang

De vereiste breedte voor de doorgang van de voederwagen hangt af van het voedersysteem. Bij het gebruik van een mengwagen om het voeder te verdelen moet de voedergang minstens 4 m breed zijn. Bij twee tegenover elkaar liggende voederhekken is een breedte van minstens 5 m nodig om voldoende ruimte ter beschikking te hebben.

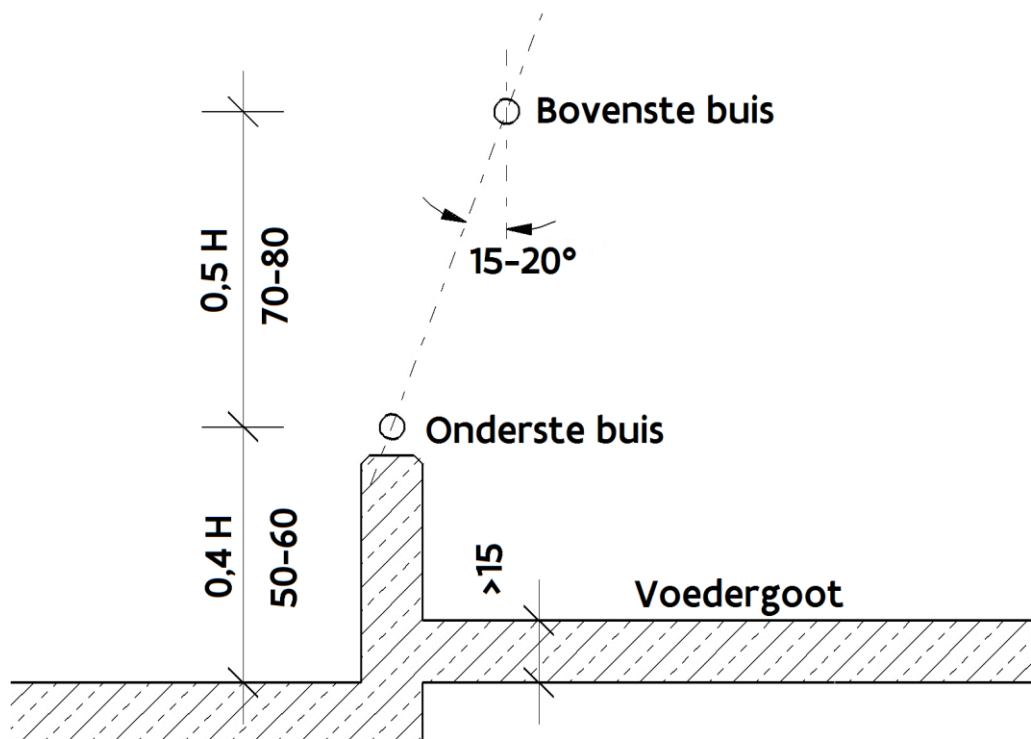
Bij het gebruik van een transportband kan de breedte van de band volstaan. Aan het begin moet echter extra ruimte worden voorzien om de transportband op een veilige manier met voeder te kunnen vullen of leegmaken.

3.3.4 Ontwerp van het voederhek

3.3.4.1 Voederhek bestaande uit 2 horizontale buizen

De schoft van koeien is gevoelig en vatbaar voor verwondingen. Om die reden is de plaatsing van de bovenste buis cruciaal. Het risico op letsels stijgt indien de bovenste buis wordt verlaagd. De voordelen van een voederbuis zijn de lage kostprijs en de toegankelijkheid voor de koeien. Voederverlies en het zonder hinder zijwaarts kunnen bewegen, wat agressief gedrag kan bevorderen, zijn de grootste nadelen aan dit systeem. Op grond hiervan is dit systeem niet aangeraden voor melkkoeien. Wordt het toch geïnstalleerd dan moet de plaatsing van de bovenste buis gemakkelijk aanpasbaar zijn. Afmetingen worden in Figuur 33 weergegeven.



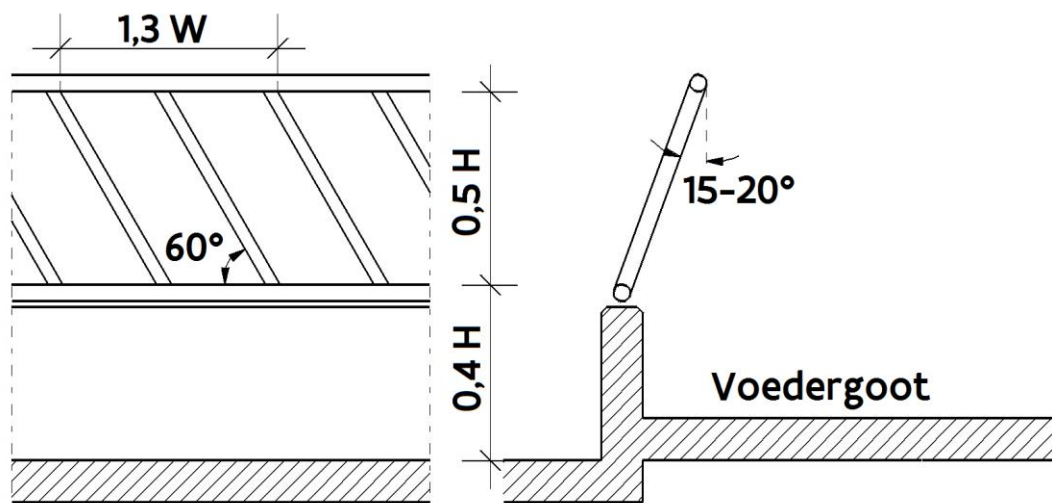


Figuur 33: Voederhek met buizen. De afmetingen zijn enkel geschikt voor onthoornde dieren.

3.3.4.2 Diagonaal voederhek

Dit type voederhek dwingt de koeien hun kop schuin te houden om toegang te krijgen. De hoek verhindert het morsen van voeder aangezien de koeien niet in staat zijn voeder over de rug te gooien of zich los te maken met voeder in de muil. Zijdellingse bewegingen worden in zekere mate beperkt, maar niet aan beide zijden in gelijke mate. Om een maximaal voederbereik en een minimale verspilling te bekomen moeten de spijlen in een hoek van 60° staan. De afmetingen staan in Figuur 34.

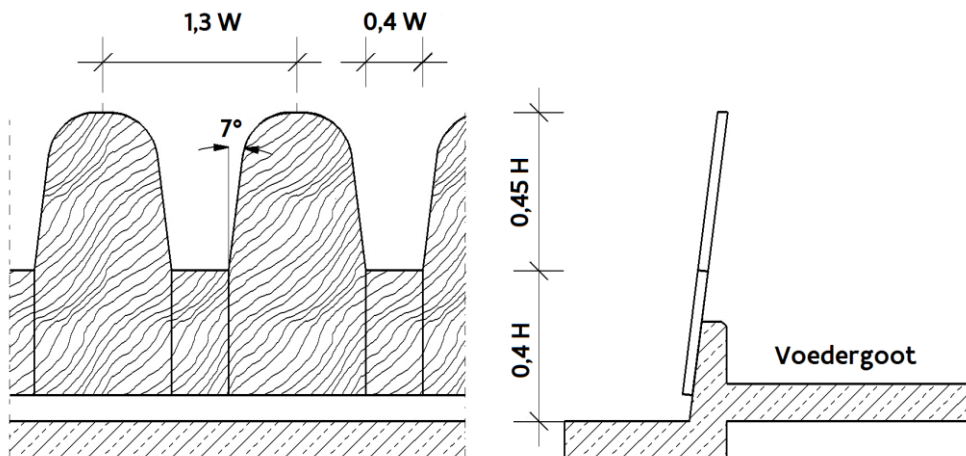




Figuur 34: Afmetingen voor een diagonaal voederhek.

3.3.4.3 Zweeds voederhek

Het Zweeds voederhek voorkomt het weggagen van naburige koeien door het zijdelings bereik te beperken. De verticale afscheidingen limiteren het zijdelings bereik en aldus beperken ze de hoeveelheid voeder binnen het bereik van een dier. Een optimaal bereik wordt verkregen door de verticale kanten af te schuinen onder een hoek van 7° . Het gekantelde vrijstaande ontwerp maakt een zware constructie noodzakelijk. Zoals alle andere types voederhekken moet ook het Zweeds voederhek richting voedergang gekanteld worden, zoals Figuur 35 toont.

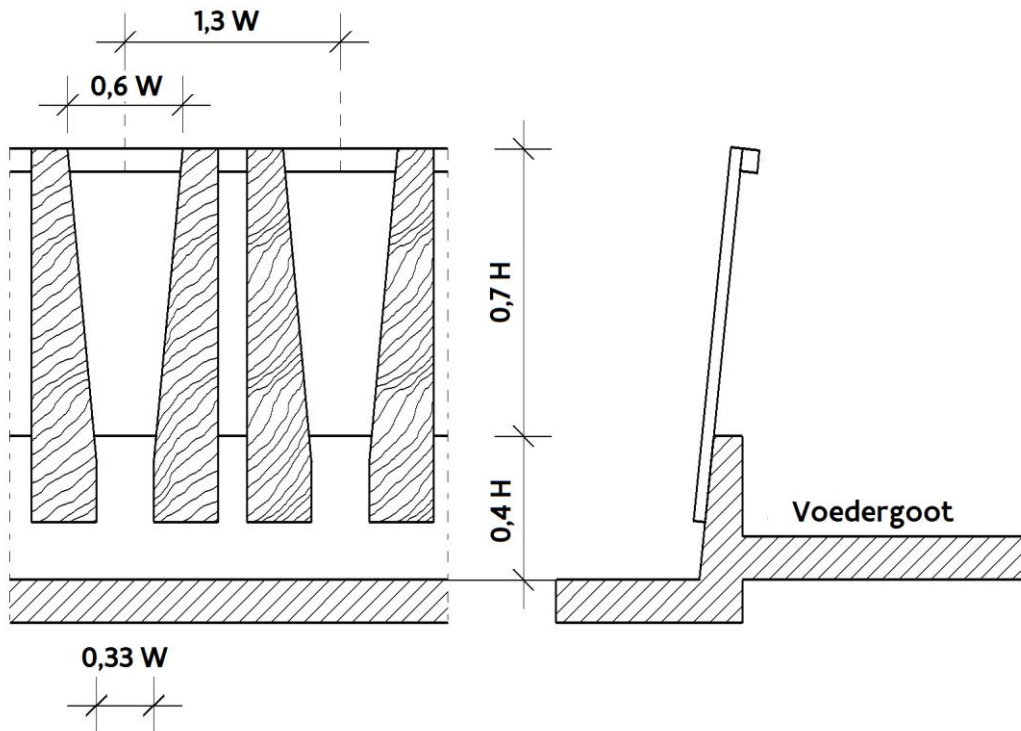


Figuur 35: Afmetingen Zweeds voederhek.

3.3.4.4 Zwaluwstaart voederhek

Van alle types voederhek die worden besproken, biedt het zwaluwstaart voederhek het beste voederbereik zonder kwetsuren en voedervermorsing te veroorzaken. De schuine afscheidingen

verhinderen agressief gedrag en laten optimaal bereik toe. Bovendien kan de constructie lichter uitgevoerd worden dan een vrijstaand ontwerp. Het hek kan ter plaatse in hout worden geconstrueerd aan een relatief lage kost. De maatvoering is weergegeven in Figuur 36.



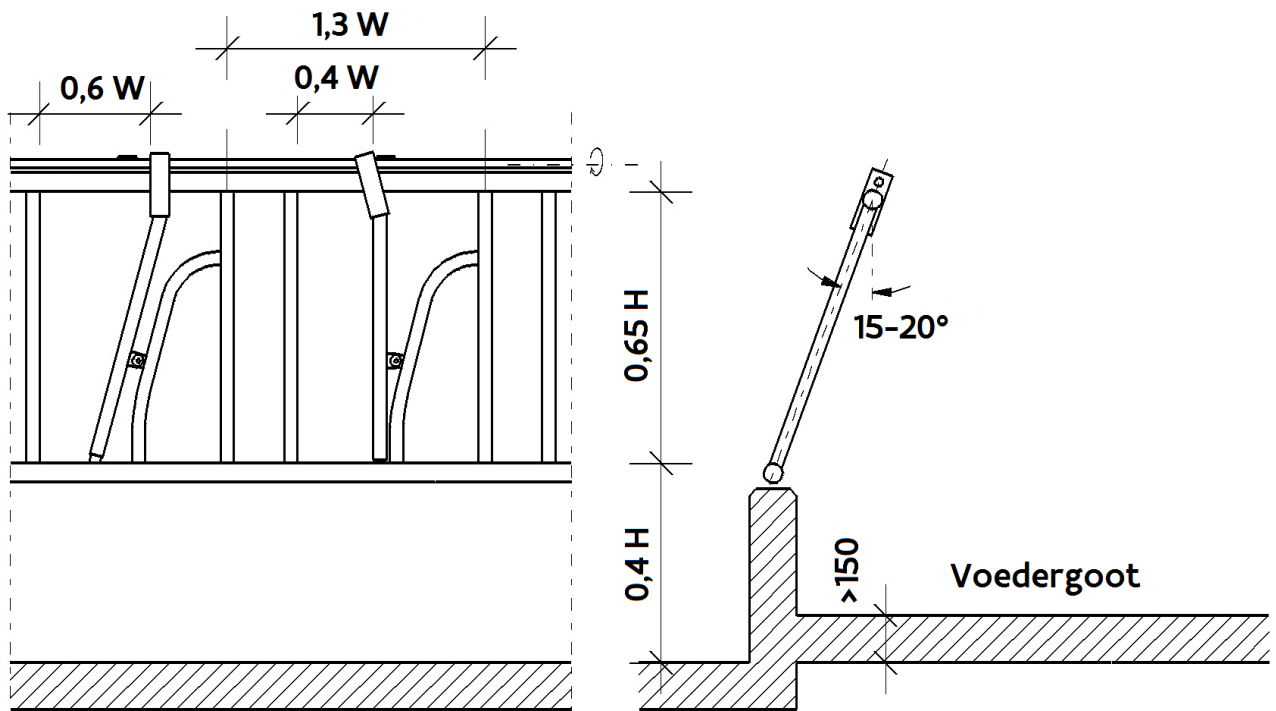
Figuur 36: Afmetingen voor zwaluwstaart voederhek.

3.3.4.5 Zelfsluitend voederhek

Zelfsluitende voederhekken worden dikwijls verkozen omdat ze de mogelijkheid bieden de koeien vast te zetten. Dit biedt de volgende voordelen bij het beheer van de veestapel:

- de koeien kunnen na het melken ongeveer 30 minuten vastgezet worden om ze te beletten neer te liggen zolang de slotgaten van de tepels nog niet gesloten zijn,
- de koeien kunnen vastgezet worden voor observatie, diergeneeskundige ingrepen of KI,
- het morsen van voeder, zoals hooi, wordt gereduceerd,
- competitie voor voeder vermindert.

De typische afmetingen worden getoond in Figuur 37. De hekken worden vaak verticaal gemonteerd, maar er zouden een aantal voordelen verbonden zijn aan het kantelen met 20° zoals bij de hekken met vrije toegang het geval is. Lawaai kan worden verminderd door glijdende onderdelen te voorzien van kunststof stoppen.

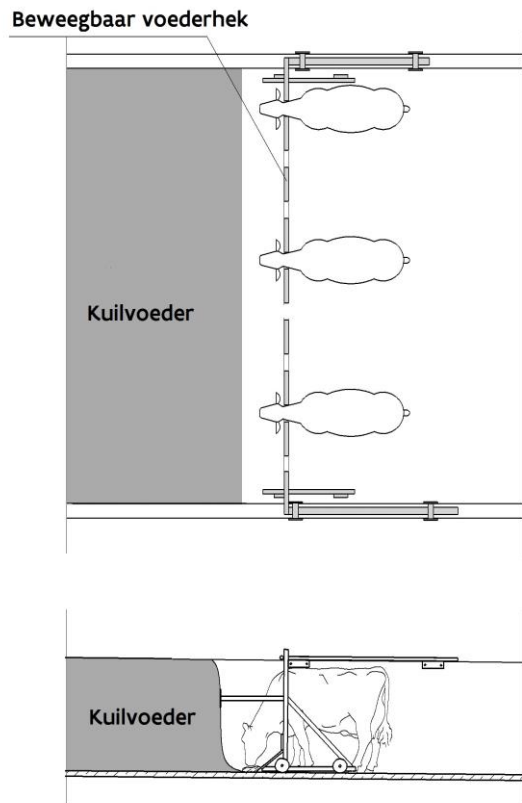


Figuur 37: Typisch zelfsluitend voederhek.

3.3.5 Machines om het voeder aan te schuiven

Voeder automatisch naar het voederhek brengen kan de arbeidslast verminderen om steeds voldoende voeder aan het voederhek te voorzien. Dit laat toe dat meer dieren langer voeder opnemen aan eenzelfde lengte voederhek. Bij het voederen van een veestapel door middel van een blok kuilvoeder kunnen mechanische armen gebruikt worden om het voeder beetje bij beetje naar het voederhek en bijgevolg tot bij de dieren te brengen. Als deze blokken niet snel genoeg verwerkt geraken, kan er broei optreden. Daarom is een beperkte hoeveelheid kuilvoeder aan het voederhek aan te raden. Een alternatief systeem (Figuur 38) bestaat erin om in plaats van voeder naar het voederhek te schuiven, het voederhek (en de dieren) naar het voeder te bewegen. Dit is vergelijkbaar met een systeem waarbij de dieren het voederhek bewegen om aan de voedervoorraad te kunnen. Het gebrek aan hoogteverschil tussen de voedergoot en de voedergang en de extra arbeid om de vloer te reinigen zijn de belangrijkste nadelen van dit systeem.





Figuur 38: Voorraadsilo met door de dieren voortbewogen voederhek.

Bij meer conventionele systemen zoals een voedermengwagen, kan een automatische “butler” gebruikt worden die verschillende keren per dag het voeder dichterbij het voederhek schuift, en zelfs extra voeder kan verdelen. Een ander automatisch systeem wordt geïllustreerd in Figuur 39. Een flexibele mat is vastgemaakt aan de voorkant van het voederhek en hierop wordt het voeder verdeeld. De mat wordt dan opgetrokken om het voeder steeds voor de dieren te houden.



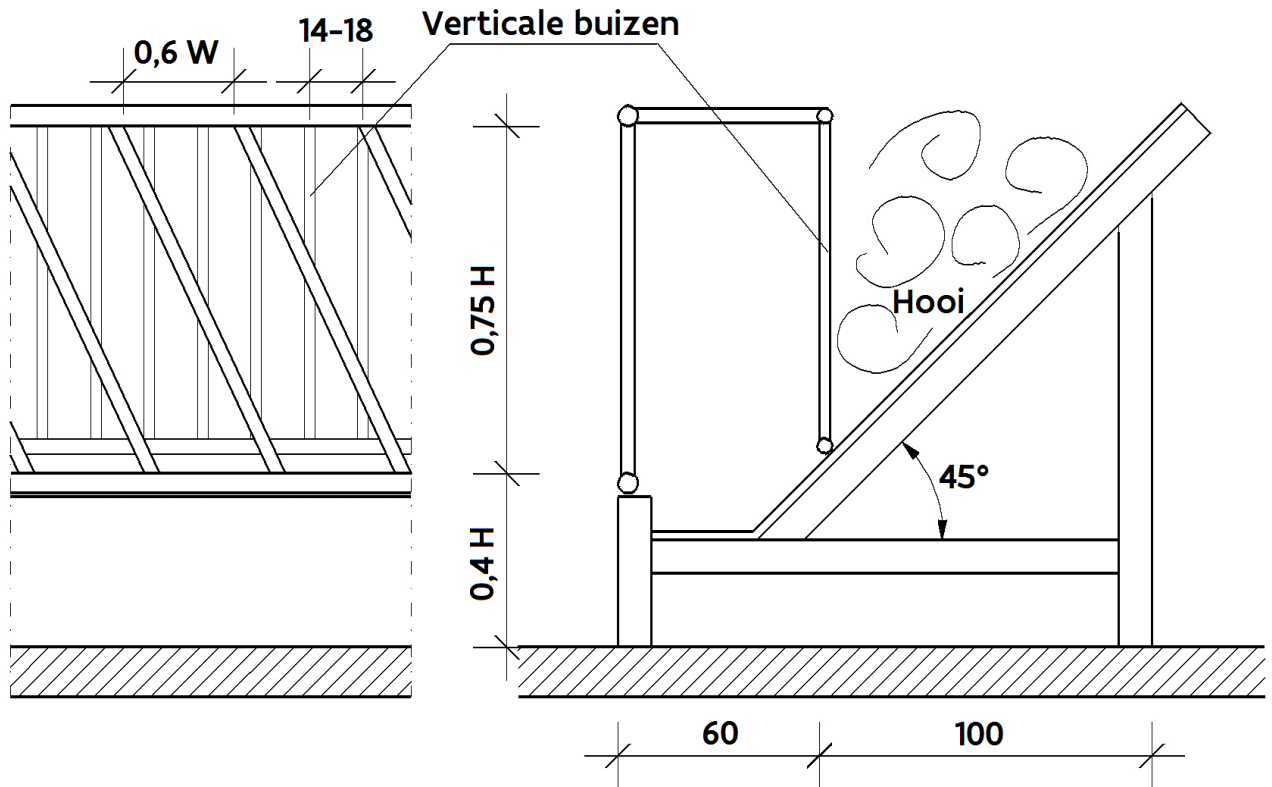


Figuur 39: Flexibel systeem om voeder bij de dieren te brengen.

3.3.6 Hooirek

Een hooirek bestaat gewoonlijk uit twee delen: een deel waarin het hooi is geplaatst en een deel waaruit de koeien het hooi kunnen trekken. Verticale buizen geplaatst op een afstand van 140 – 180 mm, verdelen de twee compartimenten. Een kribbe aan de basis van het eetgedeelte vangt het gevallen hooi op zodat het daarna kan worden opgegeten. De koeien kunnen het hooi bereiken door een voederhek. De helling van het deel waar het hooi opgeslagen ligt, zorgt ervoor dat het hooi altijd tegen de verticale spijlen valt. Het is dus niet nodig het bereik naar voren te maximaliseren, daarom mag dit voederhek loodrecht worden geplaatst. Elk van de eerder beschreven types voederhek komt in aanmerking. Een typische opstelling wordt weergegeven in Figuur 40.

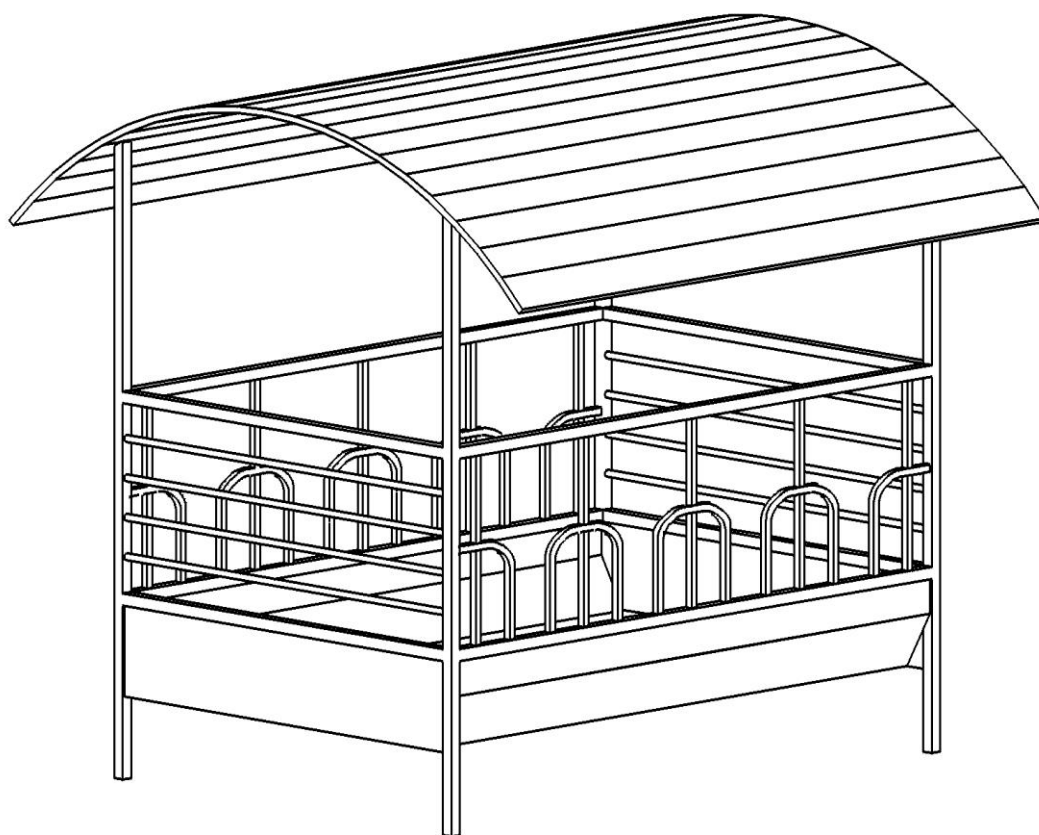




Figuur 40: Voorbeeld van een hooirek met diagonale afsluiting.

3.3.7 Hooibaalverdelers

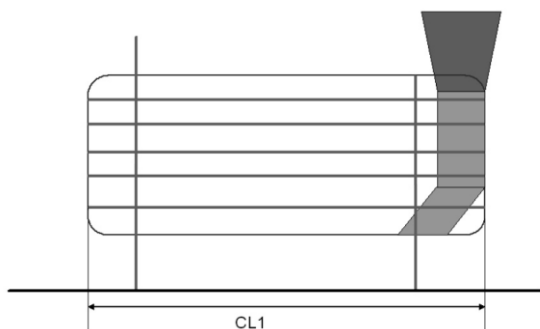
Grote ronde of verticale voederverdelers kunnen gebruikt worden voor hooi en kuilvoeder. De hoeveelheid voeder die verloren gaat hangt af van het ontwerp van de voederverdeler. De onderkant van de verdeler moet tot op een hoogte van 40 cm worden dichtgemaakt. Diagonale of Zweedse afscheidingen verminderen de hoeveelheid hooi of kuilvoeder dat uit het systeem wordt getrokken en verloren gaat. Hooibaalverdelers kunnen gemakkelijk verplaatst worden met een tractor en zijn geschikt voor het gebruik in weides en grasland.



Figuur 41: Voorbeeld van een mobiele hooiruif.

3.3.8 Krachtvoederautomaten

Melkkoeien hebben behoefte aan extra nutriënten die niet uitsluitend via het ruwvoeder kunnen worden toegediend. Traditioneel krijgen koeien krachtvoeder in de melkstand, maar om fysiologische redenen kunnen grote concentraties aan krachtvoeder niet in voldoende mate worden opgenomen tijdens de relatief korte melkperiode. Daarom worden er voederstations en krachtvoederautomaten buiten de melkstal gebruikt om gedurende de dag gemakkelijk en veilig krachtvoeder te verstrekken aan de koeien. De dieren worden geïdentificeerd door middel van elektronische apparaten (transponders), soms aan hun nek hangend, waardoor het computergestuurde station het dagelijkse rantsoen voeder verdeelt zolang de dieren een tegoed aan krachtvoeder voor die dag hebben. Het aanbevolen aantal dieren op een station is ongeveer 25- 30 dieren. Er zijn veel verschillende modellen op de markt, maar om een koe tegen agressie te beschermen zou een station een zelfsluitende ingang moeten hebben of een uitgang aan de voorkant. Jammer genoeg zijn krachtvoederautomaten duur, en daarom verkiezen veehouders soms om het krachtvoeder via een totaal gemengd rantsoen (TMR) te verstrekken boven het plaatsen van krachtvoederautomaten.



Figuur 42: Krachtvoederautomaat.

CL1 = ligboxlengte in dubbele rij

3.4 DRINKWATERVOORZIENINGEN

3.4.1 Inleiding

Water is voor melkkoeien uitermate belangrijk, gebrek eraan beïnvloedt in hoge mate de melkproductie, zeker bij hoogproductieve koeien die 10000 liter melk of meer produceren. Om die reden moet water van goede kwaliteit ter beschikking worden gesteld aan de hand van efficiënte, betrouwbare en gemakkelijk toegankelijke drinkbakken.

3.4.2 Drinkwatervoorziening

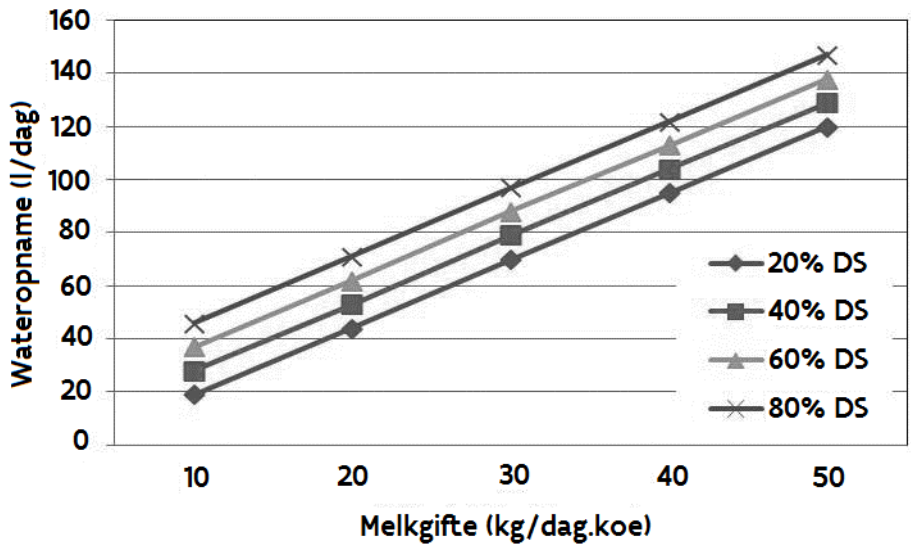
Melkkoeien nemen dagelijks grote hoeveelheden water op. Hoeveel ze drinken hangt af van verschillende factoren zoals melkproductie, drogestofgehalte van het rantsoen, lactatiestadium en omgevingstemperatuur. Castle en Thomas (1975) nemen aan dat twee van die factoren, namelijk melkproductie en drogestofgehalte van het rantsoen een dominante rol spelen in de wateropname. Ze stellen volgende formule voor om de waterbehoefte te voorspellen:

$$y = 2,53 x_1 + 0,45 x_2 - 15,3 (+/-8,31)$$

Waarin:

- y = behoefte aan water in kg/dag
- x_1 = melkproductie in kg/dag
- x_2 = drogestofgehalte van het rantsoen in %

Met deze formule kan men berekenen dat een koe met een dagelijkse productie van 25 kg melk, die een rantsoen, krijgt met een drogestofgehalte van 40%, dagelijks ongeveer 66 kg water nodig heeft

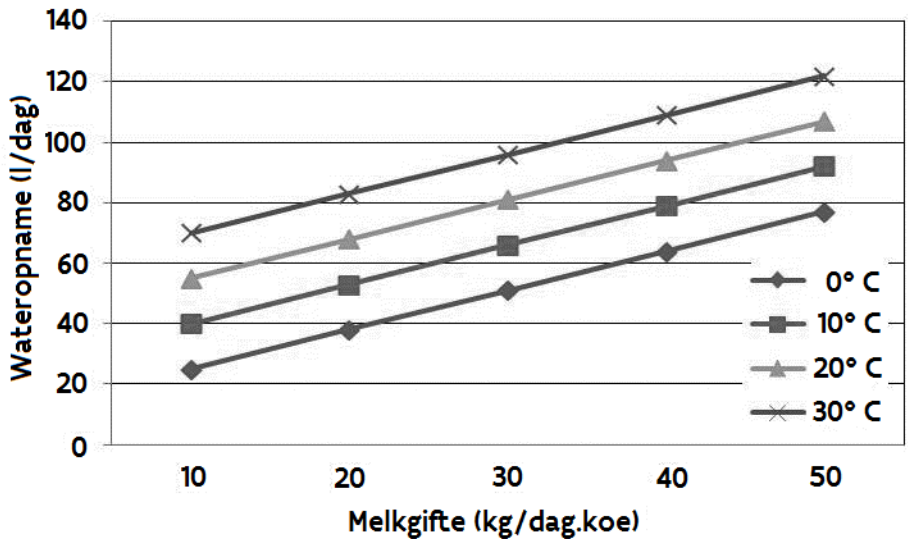


Figuur 43: Waterbehoefte in functie van de melkproductie en het drogestofgehalte van het voeder (Castle en Thomas, 1975).

Meyer (2004), berekent de waterbehoefte in functie van de melkgifte, de omgevingstemperatuur en het gewicht van het dier, en dit volgens volgende formule:

$$Wateropname \text{ (kg/dag)} = -26,12 + 1,516 \times \text{gemiddelde omgevingstemperatuur (}^\circ\text{C)} + 1,299 \times \text{melkproductie (kg/dag)} + 0,058 \times \text{lichaamsgewicht} + 0,406 \times \text{Na opname (g/dag)} .$$

Berekeningen volgens deze vergelijking tonen dat een koe die 40 liter melk produceert bij een temperatuur van boven de 25° C een waterbehoefte heeft van meer dan 100 liter per dag.



Figuur 44: Waterbehoefte in functie van de melkproductie en de omgevingstemperatuur (gewicht van de koe: 650 kg) (Meyer, 2004).

beweiding en 17% droge stof in ruwvoeder). Koeien verkiezen om te drinken uit een trog of bak, eerder dan van stromend water of uit een drinkbakje.

3.4.4 Waterkwaliteit

Water heeft een bepaalde geur, kleur en smaak. Hoewel subjectief, geven deze eigenschappen een goede indicatie van de waterkwaliteit. Een betere bepaling van de waterkwaliteit vereist het meten van bepaalde fysische, chemische en bacteriologische parameters zoals opgeloste deeltjes, pH en oxydeerbaarheid.

Het ontwerp en onderhoud van drinkbakken beïnvloedt de waterkwaliteit. Het water kan vervuild worden met mest, urine, voederresten, organisch afval, algen en andere organismen die de waterkwaliteit verminderen. Troggen en/of drinkbakken moeten zo zijn ontworpen dat ze gemakkelijk kunnen worden geleegd en schoongemaakt. De werking en de reinheid moeten elke dag gecontroleerd worden.

In verband met de watertemperatuur: koeien verkiezen (drinken dan het meest) water van 17° C (Andersson, 1984). Met een temperatuur van minder dan 10° C, produceren de koeien 0,8 kg minder melk per dag (Himmel, 1964). Daarom ligt de ideale temperatuur voor drinkwater tussen de 10° C en de 20° C.

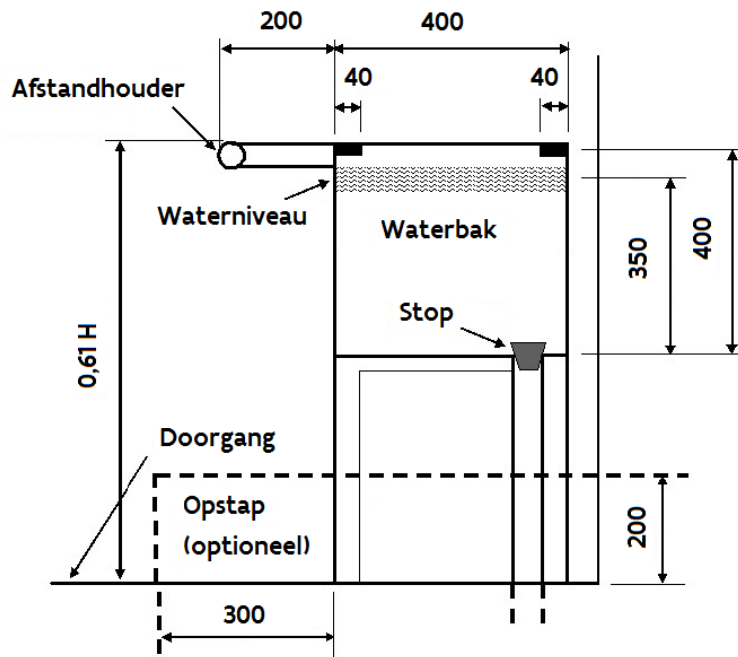
3.4.5 Watervoorzieningen – algemene behoeften

Elke drinkbak of –trog moet:

- gemakkelijk toegankelijk zijn,
- de juiste afmetingen hebben,
- water voorzien op de correcte hoogte,
- toelaten dat elk dier water opneemt met een snelheid van minstens 10 liter per minuut,
- de waterbeweging beperken zodat de dieren geen lucht in plaats van water opnemen,
- zo ontworpen zijn om bevuiling met mest tegen te gaan,
- gemakkelijk reinigbaar zijn.

3.4.5.1 Drinkbakken met groot reservoir

In vrije loopstallen worden grote drinkbakken met een minimale bruikbare capaciteit van 150-200 liter aangeraden. De grote hoeveelheid water in de bakken laat de koeien toe om snel te drinken. Zelfs als het aanvoerdebiet aan de lage kant is, kunnen koeien door de grote inhoud regelmatig tot 20 l/min opnemen. Een kuip van 2,5 m lang, 0,4 m breed en 0,4 m diep moet volstaan om aan de waterbehoefte van 25 koeien te voldoen. Per dier wordt een drinkbaklengte van 0,05 m (in de winter) en 0,10 m (in de zomer) aangeraden. Er moeten twee drinkbakken per diergroep beschikbaar zijn, onafhankelijk van de grootte van de groep, omdat in sommige omstandigheden een dominante koe een drinkbak voor een vrij lange tijd bezet kan houden.



Figuur 46: Dwarsdoorsnede van een drinkbak met een groot reservoir, met afstandhouder (of opstap als alternatief).

Het waterniveau moet zich op een hoogte van $0,61.H$ (ongeveer 0,85 m) boven de grond bevinden. Het waterniveau moet zich tussen 0,07 m en 0,08 m (ALB Bayern, 2000) onder de bovenste rand van de drinkbak bevinden om overdreven vermorsing en nat maken van de omgeving te vermijden.

In alle gevallen moet de waterbak een stop hebben om hem gemakkelijk te kunnen leegmaken, reinigen en onderhouden. Bakken met een kantelsysteem die het reinigen vergemakkelijken zijn ideaal.

Om vervuiling te voorkomen kan een stang (afstandhouder) of een trede worden aangebracht. Deze en andere voorzieningen zijn geïllustreerd in Figuur 46.

3.4.5.2 Drinkbakjes

Kleine individuele drinkbakjes moeten over een minimale wateroppervlakte van $0,06 \text{ m}^2$ beschikken en een waterdebiet van 10 l/min leveren. Het debiet mag niet beperkt worden door de aanvoerleidingen of de inlaatopening.

In bindstallen moeten dergelijke drinkbakjes zo worden geplaatst dat het wateroppervlak zich op een hoogte van $0,55.H$ bevindt. Deze watervoorziening is niet geschikt voor vrije loopstallen.

Er zijn drinkbakken op de markt die een compromis vormen tussen de twee bovengenoemde types. Ze beschikken over een groot wateroppervlak en het debiet kan oplopen tot 20 l/min . Ze gaan echter gepaard met bepaalde nadelen, het water kan te ondiep zijn of door het debiet te veel in beweging zijn. Bij de keuze voor een systeem dienen deze elementen dan ook in overweging te worden genomen.

3.4.5.3 Bal-drinkers

Beschrijving:

Het principe is steeds hetzelfde met enkele variaties. De drinker bevindt zich in een geïsoleerde tank met daarin een regelaar voor het waterniveau (vlotter). Een drinkende koe krijgt toegang tot het water door een opening, afgesloten met een bal of een klep.

Voordelen:

- vorstbestendige en eenvoudige mechanische constructie,
- vraagt weinig onderhoud,
- vaak gebruikt in weides.

Nadelen:

- gebrekkige hygiëne: de mate van reinheid en de moeilijkheid om te reinigen,
- er moet een bal worden weggeduwd. Voor jonge of zwakke dieren kan dit een probleem zijn. De toegang kan beperkt zijn bij vorst.

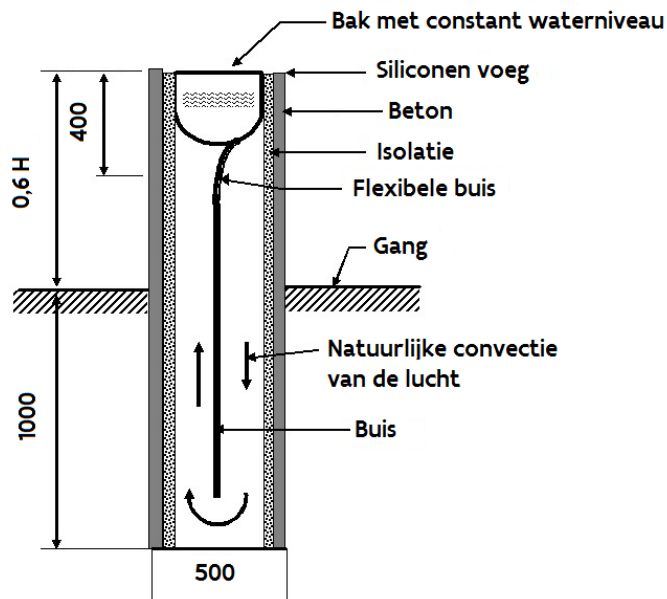
3.4.6 Vorst

De waterleidingen en de drinkbakken moeten beschermd zijn tegen vorst. Dit kan op verschillende manieren, waarvan sommige het voordeel hebben dat het water op een gewenste temperatuur bij de koeien komt. Om ondergrondse leidingen vorstbestendig te houden moeten deze, afhankelijk van de klimaatzone, op een diepte van ongeveer 0,8 m tot 1,2 m worden gelegd.

In sommige klimaten zijn passieve systemen, die bijvoorbeeld gebruik maken van grondwarmte (zie Figuur 47) mogelijk. In andere klimaten zullen andere systemen die gebruik maken van elektriciteit, gas of een andere brandstof nodig zijn. Bal-drinkers zijn vorstbestendig en worden daarom vaak buiten gebruikt

Verwarmingssystemen die gebruikt kunnen worden om water vorstvrij te houden zijn onder andere:

- elektrische laag-voltage verwarming in de drinkbak,
- elektrische laag-voltage verwarmingslint rond de leidingen, kleppen en drinkbak,
- continu rondpompsysteem met warm water in de drinkbak(ken),

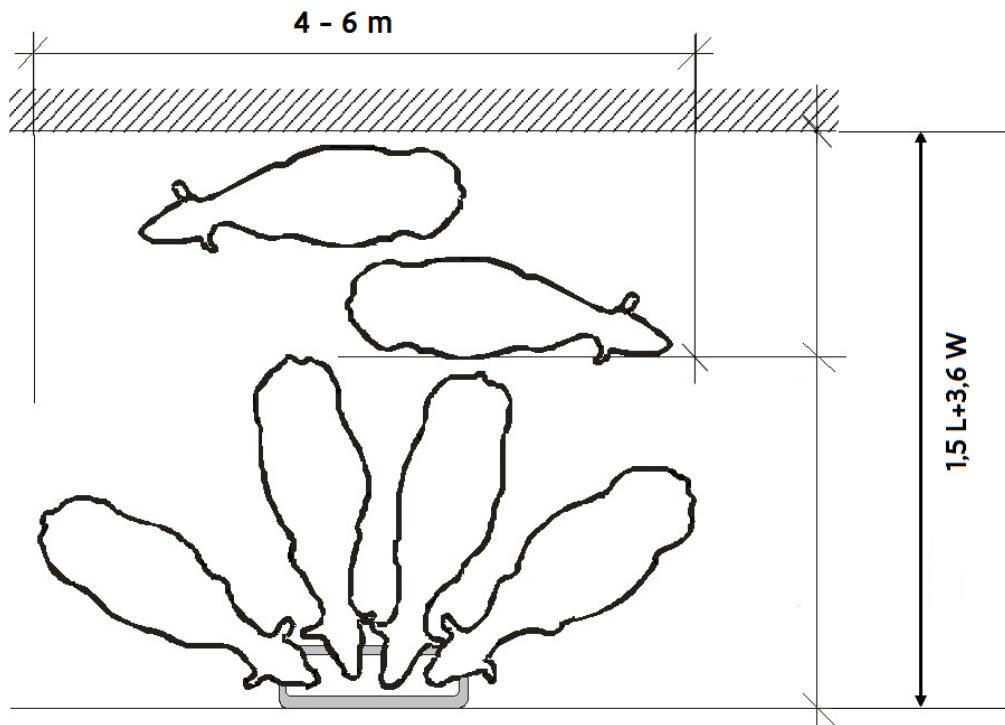


Figuur 47: Dwarsdoorsnede van anti-vorst waterreservoir.

3.4.7 Toegankelijkheid en plaats van de drinkbak

Bakken van 2 m tot 2,5 m lang en 0,40 m tot 0,50 m breed moeten in een ruimte van 3,5 m breed worden geplaatst. Als verschillende koeien tegelijkertijd drinken moet er nog voldoende plaats blijven om andere koeien te laten passeren (zie Figuur 48).



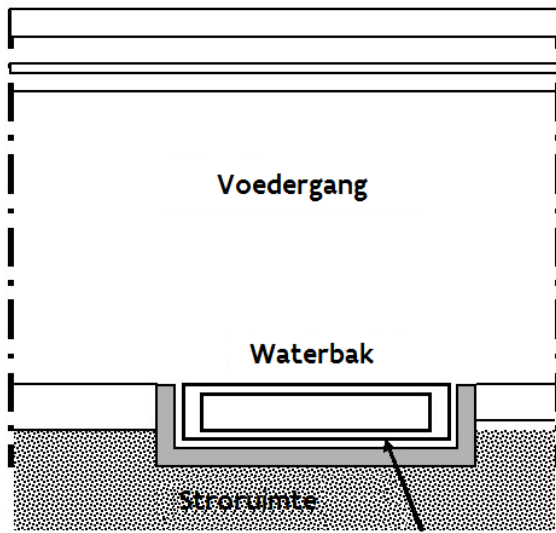


Figuur 48: Positie van een drinkbak in een doorgang.

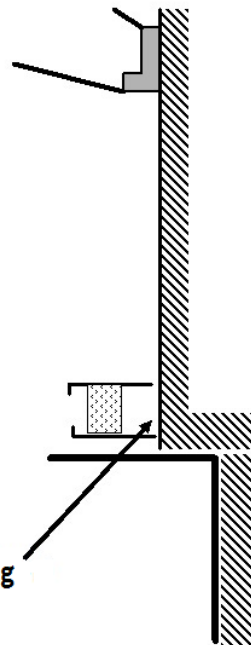
In een stalsysteem met een ingestrooid en een niet-ingestrooid gedeelte (dicht of met roosters) moeten de drinkbakken worden geplaatst in het niet-ingestrooide deel. Dit voorkomt nat strooisel als gevolg van morsen of opspattend water (zie Figuur 49).



Bovenaanzicht



Dwarsdoorsnede



Figuur 49: Waterbak in een stalsysteem met een storruimte.

3.4.8 Aantal en plaats drinkbakken

Het aantal drinkbakjes die ter beschikking staan moet overeen komen met 15% van het aantal melkkoeien in een stal, dit is ongeveer 1 drinkbakje per 7 koeien. Zelfs in kleine groepen kan dit betekenen dat er een groot aantal drinkbakjes nodig zijn, bijv. 9 bakjes voor 60 koeien, en kan het moeilijk worden voor al deze bakjes een geschikte plaats te vinden.

3.4.9 Technische specificaties

Zie Tabel 11.

Tabel 11: Omreken tabel voor het waterdebiet bij verschillende buisafmetingen.

Afmetingen		Maximum waterdebiet (liter / min)*											
Standaard diameter stalen buis (inch/duim)**	Kunststof buizen (polyethyleen) D (mm)***	Buislengte (m)											
		10		20		30		40		50		60	
		Materiaal van de buis											
		GS	P	GS	P	GS	P	GS	P	GS	P	GS	P
0,5"	20	21	33	16	23	14	18	11	15	10	14	9	12
0,75"	25	43	60	36	40	28	33	24	27	23	24	21	23
1"	32	96	114	66	78	57	66	45	51	42	48	39	45
1,25"	40	195	204	144	144	120	114	96	96	90	84	84	84
1,5"	50	300	375	210	258	180	210	150	174	132	156	129	150
2"	63	510	660	420	480	330	390	285	330	270	300	240	270



D = buitendiameter *= initiële waterdruk van 300 kPa, 50-70 kPa drukverlies in de buis
GS = gegalvaniseerd staal ** = binnendiameter
P = kunststof buizen *** = buitendiameter
Voorbeeld: een polyethyleen (kunststof) buis met buitendiameter van 32 mm en met een lengte van 40 m geeft 51 l/min.

3.5 VLOER

3.5.1 Inleiding

De vloer is het contactvlak tussen dier en stal en is van cruciaal belang voor de tevredenheid over de prestatie van het stalgebouw. Het is dit deel van het gebouw waar het dier steeds en het nauwst mee in contact staat. Vloeren zijn multifunctionele elementen en dit kan leiden tot compromissen in hun ontwerp. De vloer moet stevig genoeg zijn om de last van de dieren en stalonderdelen te dragen. Onaangepaste vloeren in loopgangen kunnen leiden tot klauw- en pootletsels, wat vaak voorkomt, en tot een verstoord natuurlijk gedrag bij de koe. Te ruwe vloeren kunnen schaafwonden en het versneld afslijten van de klauwen veroorzaken. Een te gladde vloer, of een vloer met een te grote helling kan letsels veroorzaken door koeien die uitglijden of vermindert de mobiliteit en beïnvloedt op die manier hun natuurlijk gedrag en beweeglijkheid. Harde vloeren kunnen bijdragen tot gewrichts- en klauwaandoeningen zoals hoefbevangenheid (Laminitis). Om klauwaandoeningen te vermijden moet de spleetbreedte bij roostervloeren worden beperkt. Een goede mestdoorlaat vraagt echter een minimale spleetbreedte. Bovendien kan onvoldoende hygiëne, als gevolg van natte en vuile vloeren, een verhoogde frequentie van ziektes zoals mastitis en infectieuze digitale dermatitis veroorzaken. Bijgevolg moeten vloeren vanuit het standpunt van het dier:

- voldoende grip bieden maar niet te ruw zijn,
- voldoende zacht zijn,
- droog en proper worden gehouden.

Andere factoren, zoals milieumaatregelen, moeten ook in overweging worden genomen. Zo heeft het beperken van de ammoniakemissie in sommige landen geleid tot nieuwe vloerontwerpen.

3.5.2 Vloersystemen

Er kunnen verschillende functionele ruimtes onderscheiden worden in een stal: vreet- en rustruimtes en plaatsen waar het koeverkeer plaatsvindt. Specifieke vloerontwerpen kunnen in elk van deze ruimtes worden toegepast, bijv. roostervloeren in de doorgangen, rubbervloeren in de wachtruimte en aan het voederhek, gecombineerd met matrassen in ligboxen of met zand of met strooisel ingestrooide rustplaatsen.

Bij volle vloeren komt de betonnen vloer het vaakst voor waarbij de loopgangen meestal worden gereinigd met mechanische- of geschoven mestschuiven; in sommige landen en regio's gecombineerd met een flushing systeem (dunne fractie die de vaste mest wegspoelt). Gietasfalt wordt soms gebruikt als coating op een betonnen vloer. Rubber matten op rooster- of volle vloeren worden steeds vaker als combinatie toegepast in de loopgangen. Prefab roostervloeren boven de mestkelder of –kanaal, zijn het meeste gebruikte type van zwevende vloerconstructies. Ook prefab betonelementen al dan niet voorzien van sleuven worden toegepast. Soms worden mechanische schrapers of mestrobots ingezet op de roostervloeren om vloeren te reinigen. Propere vloeren in de loopgangen verbeteren ook de reinheid

op de vloer en de slijtage van de vloer veroorzaakt door het over lange tijd schuren en polijsten door mechanisch reinigingsmateriaal en belopen door de dieren. Ongelukkig genoeg kunnen volle harde vloeren (zoals beton en asfalt) op plaatsen waar de mest veelvuldig wordt verwijderd, in het bijzonder onder warme en droge weersomstandigheden, heel glad worden door een mestfilm die op de vloer achterblijft. Desondanks is regelmatig mest verwijderen, d.w.z. minstens 5 of 6 keer per dag, in het bijzonder wanneer automatische schuiven worden gebruikt, in het algemeen aan te raden omdat mest verwijderen de reductie van de wrijvingscoëfficiënt door de mest op de vloer vermindert en bovendien de hygiëne bevordert en de ammoniak emissie reduceert. Bij gebruik van mechanische schuiven is het aangeraden om plastic of rubberen schuifbladen te gebruiken, om overmatig polijsten van de vloer te voorkomen

De wrijvingscoëfficiënt, die op een bepaalde plaats gemeten wordt zal afhangen van de meetmethode. Een veel gebruikte manier om de wrijving te meten is met een schuifweerstandtester (Skid Resistant Tester SRT), die enkel betrouwbaar kan worden gebruikt op harde vloeren, maar niet op zachte vloeren zoals rubber. De aanbevolen SRT-waarde op loopgangen voor propere en natte betonnen vloeren, moet tussen 55 en 65 liggen.

Praktisch kan een aangepaste afwerking van het betonoppervlak in doorgangen verkregen worden door het licht borstelen van het uithardende beton.

Oude betonnen vloeren, zowel volle als roosters, die te glad zijn geworden kunnen gerenoveerd worden om betere slipweerstand te bieden. Afhankelijk van het vloertype kunnen verschillende technieken worden gebruikt zoals etsen, hameren, slijpen, groeven, bedekken (met rubber),... Het eindresultaat, de duurzaamheid en de kosten-baten verhouding, verschillen naargelang de gekozen methode en mate van vakmanschap bij de afwerking. In het algemeen is het groeven, slijpen en bedekken van volle vloeren te verkiezen wanneer getracht wordt om de slipweerstand en de duurzaamheid op lange termijn te verbeteren. Bij het slijpen is het aangeraden om groeven van maximaal 3 mm diep aan te brengen. Het groeven verbetert de wrijving tussen de groeven niet, maar het kan helpen om de klauw grip te geven, in het bijzonder bij een gladde vloer. Bovendien zal een gegroefde vloer langer mee gaan. De vloer bedekken met rubbermatten kan worden aangeraden, omdat dit de slipweerstand verhoogt en een zachte vloer oplevert. Het nadeel van rubber is dat dit materiaal behoorlijk duur is, alhoewel dat het economisch voordeel van deze investering op bedrijven met klauwproblemen aanzienlijk kan zijn. Polyurethaan of epoxyharsen worden beter niet gebruikt in combinatie met mechanische mestschuiven.

3.5.4.2 Ruwheid

Alle vloeren gemaakt uit de klassieke materialen zullen een zekere mate van ruwheid hebben. Sterker nog, voor de meeste hoefdieren moet een vloer een zekere ruwheid hebben om de klauwen in goede conditie te houden en overmatige groei te verhinderen. Daartegenover staat dat vloeren die te ruw zijn kunnen leiden tot een onnatuurlijke vorm van de klauwen, tot schuurwonden op de lichaamsdelen die in contact komen met de vloer, bijv. klauwen in de loopgangen, knieën, spronggewricht en spenen bij toepassing in de rustplaatsen.

Runderen kunnen zich, binnen limieten, aanpassen aan de mate waarin klauwen slijten, hoe meer slijtage, hoe sneller de groei en omgekeerd. Het is duidelijk dat er problemen zullen optreden als de groei de slijtage niet kan bijhouden. Daartegenover staat dat, als de slijtage laag is, klauwen regelmatig moeten worden bijgewerkt. Te veel slijtage kan ook kreupelheid veroorzaken en het dier kan meer onhandelbaar worden. Het is ook aannemelijk dat er verschillende slijtages optreden bij het omschakelen van stal naar weide en van weide naar stal.

3.5.4.3 Hardheid

Hardheid van vloermaterialen is onvermijdelijk wanneer deze draagkracht, weerstand tegen corrosie en schade moeten doorstaan, en tegelijk praktisch in gebruik en economisch haalbaar moeten zijn. Hoe dan ook, koeien verkiezen zachte oppervlakken boven een betonnen vloer om op te staan en op rond te lopen. Het voorkomen van niet-infectueuze klauwproblemen kan verminderd worden, en diergedrag kan verbeterd worden als koeien op zachte oppervlakken worden gehuisvest. Het bedekken van roosters en volle harde vloeren met materialen die een zachte oppervlakte bieden zoals terugverende rubbermatten of coatings, kan het natuurlijk gedrag en het welzijn van de dieren verbeteren met als resultaat een verhoogd rendement. Roostervloeren, meer in het bijzonder harde vloeren met een grote mestdoorlaat en brede spleten, kunnen de druk op de poten doen toenemen en klauwletsels veroorzaken.

3.5.4.4 Oppervlakte textuur-Oneffenheid

Oppervlakte textuur is een complex gegeven dat het antislip resultaat van een vloer bepaalt en dat bestaat uit zowel micro- als macro-oneffenheden.

Micro-oneffenheden bieden een veilige wrijving tussen de klauw en het vloeroppervlak. Dit vermindert na verloop van tijd, maar deze effecten kunnen tegengegaan worden door gebruik te maken van beton met grotere sterkte weerstand en fijn aggregaat, evenals het toepassen van toegevoegde toplagen of gemalen aggregaat met hoge slijtweerstand.

Een adequate ruwheid is noodzakelijk om een veilige wrijving tussen de klauwen en de vloer te verkrijgen bij een vuile of natte vloer. Op gladde en natte oppervlakten, kan er een vloeistoffilm (mest of water) ontstaan waardoor de klauw niet in contact met de vloer kan komen. De klauwen kunnen uitschuiven. Deze effecten zijn analoog met gladde banden en aquaplanning bij een wagen. Als het vloeroppervlak een textuur heeft of dichte groeven die toestaan dat de vloeistoffilm snel wordt weggeduwd, dan zal de klauw in contact komen met vloer vooraleer het uitglijden gebeurt. Dit is analoog met het bandenprofiel van een auto.

3.5.4.5 Oppervlakteprofiel-Hellingshoek of schuinite van de vloer

Helling heeft vanzelfsprekend een invloed op zowel de drainage en de reinheid van de vloer als op het comfort van staande, rondlopende en liggende dieren. Steile hellingen maken het mogelijk dat vloeistoffen sneller draineren, en kunnen bijdragen tot reinheid, door het gegarandeerd 'glijden' van vuil strooisel helling afwaarts. Daarentegen kunnen dieren op steile hellingen mogelijk niet meer comfortabel staan, rondlopen of liggen.

De vloerhelling in doorgangen mag niet groter zijn dan 1:40 (2,5%). De helling in ligboxen hangt af van het gebruikte strooiselmateriaal en het gebruikte mestmanagementsysteem. Hellingvloeren die afhangen van dierbewegingen om het vuile strooisel naar de mestput te verwijderen, zijn niet aangeraden voor melkkoeien. Voor jongvee zijn hellingvloeren wel geschikt. Hellingen tussen 8% en 10% zijn hier nodig. De grootste helling is nodig als de hokken meer dan 5 m diep zijn (afstand parallel met de helling). In gebouwen waar stro in de boxen blijft, zal een helling van 1:20 (5%) er voor zorgen dat overtollige vloeistoffen naar de juiste afvoer worden gedraineerd.

Roosters of roosteronderdelen op verschillende niveaus kunnen overmatige puntkrachten veroorzaken op de zolen van de dieren. Het is daarom belangrijk dat roosterbalken op gelijke hoogte worden gelegd. Dit wordt gemakkelijker bereikt bij roosters vergeleken met een- of tweelingbalken, daarom is deze vorm van constructie te verkiezen.

3.5.4.6 Netheid, gezondheid en ammoniakemissie

Goede vloeistofafvoer en reinigingsmanagement van looppaden is belangrijk voor een goede hygiëne en, indirect, voor goede klauw- en uiergezondheid. Het is ook een manier om ammoniakemissies van looppaden te reduceren. Andere ammoniakemissie reducerende maatregelen zijn:

- vloeistofdrainerende vloeren, bijv. volle vloeren met helling naar geschikte kanalen, 'sleuenvloer' (zie sectie 3.5.5.6),
- mestschuiven, zowel bij volle als roostervloer, minstens 5 à 6 keer per dag,
- spoelen van de vloeren met water (efficiënt maar duur),
- de mest veelvuldig verwijderen uit het kanaal onder de vloer,
- de mest in mestkanalen en –tanks koelen,
- de mest in de mestput aanzuren (bijv. met zwavelzuur).

3.5.5 Vloermaterialen en –types

Alle materialen die gebruikt worden in de constructie van vloeren mogen niet-toxisch zijn voor het vee en bestand of beschermd zijn tegen:

- chemische aanvallen en aantasting,
- klimaatomstandigheden, bijv. extreme temperaturen, vorst en UV-straling,
- gevolgen van hogedrukreinigers, enz. ...,
- gevolgen van knagen, wroeten en ander diergedrag.

3.5.5.1 Volle (dichte) betonvloeren

Betonvloeren in rundveestallen moeten ontworpen zijn om opgewassen te zijn tegen de krachten die ze ondergaan door de dieren en de voertuigen die ingezet worden bij het voeren en het reinigen. De oppervlakten moeten bestand zijn tegen mechanische schade (slijtage, afbrokkelen, enz....) en chemische aanvallen (mest, voederresiduen, chemische reinigingsmiddelen en ontsmettingsmiddelen). De vloer moet een ondoordringbare barrière bieden om de veilige opvang van alle effluënten te garanderen.

Er zijn verschillende nationale normen betreffende de specificaties van het beton dat gebruikt wordt in rundveestallen. De normen hebben gewoonlijk verschillende specificaties voor verschillende belastingen en locaties in de stal; zoals de voedergang, loopgangen en rustplekken. Geschikte betonkwaliteit in de voeder- en loopgangen (inclusief de voedergoot), is een kubussterkte na 28 dagen van 40 MPa en een water/cement verhouding van minder dan 0,50. In ligruimtes (bijv. ligboxen) kan de betonkwaliteit soms minder zijn, bijvoorbeeld een kubussterkte van 30 MPa en een water/cement verhouding van 0,55. Waar het beton in contact kan komen met kuilsappen moet het aggregaat kristallijn zijn, en mag het geen kalksteen bevatten. Bij constructies die aan vorst kunnen worden blootgesteld, bijv. niet-geïsoleerde gebouwen in een extreem klimaat, ligt het percentage aan meegevoerde lucht in vers gestorte beton op 6%. De betonvloer moet uitgerust zijn met een wapeningsnet of een gelijkwaardig alternatief en gepaste uitzettingsvoegen in overeenstemming met de nationale normen. Vloeren op plaatsen die gebruikt worden door voertuigen moeten minimum 150 mm dik zijn. Waar de vloer enkel gebruikt wordt door dieren, kan de dikte verminderd worden tot 100 mm, maar dit is geen algemene aanbeveling, aangezien het gebruik van vloeren kan veranderen.

3.5.5.2 Groeven (gleuven)

Met als doel in alle richtingen slipweerstand te bieden voor lopende koeien, kunnen er groeven of gleuven in het beton worden aangebracht. Zo kunnen gleuven in een diamantpatroon, met hoeken van 60 en 120 graden (Figuur 50) met gleuven van 10 mm breed en minstens 6 mm diep op een afstand van

asfalt bij afkoelen, hete vloeibare afdichtingen te gieten aan de verbindingen met bouwelementen, verbindingstukken en leidingen.

3.5.5.4 Rubber vloer

Om de interactie tussen het dier en de vloer te verbeteren (zie 3.5.4.3), en een afdoende slipweerstand te krijgen, kan veerkrachtig rubber toegepast worden in de vorm van matten of als coating. Bij het leggen van de matten, moet rekening gehouden worden met de mogelijke uitzetting van de matten o.i.v. temperatuurverschillen. Om te vermijden dat dieren in ligboxenstallen in de gangen gaan liggen, moeten de ligbedden comfortabeler zijn dan de loopgangen. Matten in de gangen moeten dus harder zijn dan deze in de boxen. Er bestaan speciale matten voor loopgangen, zowel voor volle vloer als voor roostervloer. Behalve tussen de boxen kan rubber ook gebruikt worden in doorgangen naar de melkstand, in de wachtruimte en aan het voederhek. Het toepassen van meer schurende vloeren op andere locaties, bijv. op een stuk buitenbeloop of in de doorgangen, kan mogelijk problemen met te snel groeiende klauwen tegengaan. Momenteel zijn er rubbermatten met slijtmateriaal op de markt die de slijtage van de klauw mogelijk maken. Mestschrapers moeten aangepast worden aan het gebruik op rubber vloeren om de slijtage en schade aan de vloer te verminderen.

3.5.5.5 Roostervloeren

Het ontwerp van roosterelementen is in de loop der jaren verbeterd. De één- of tweelingbalken die vroeger veel werden gebruikt, hebben plaatsgemaakt voor roosters. Het resultaat is dat vloeren een uniformer karakter hebben en potentieel meer diercomfort bieden. De lengte van de roosterelementen aangeleverd door de fabrikanten is stelselmatig groter geworden, elementen zijn nu beschikbaar met een lengte van 4,8 m en meer. Er zijn variaties binnen het assortiment van verschillende producenten op vlak van spleetbreedte, verhouding open/dicht en dit zal ook het comfort van het dier/vloer contact beïnvloeden, net als de drainage karakteristieken en de netheid van de dieren. Dit laatste wordt ook beïnvloed door het voedertype en het ventilatiesysteem toegepast in het gebouw. Onderstaande tabel (Tabel 12) geeft de aanbevolen afmetingen voor melkveevloeren weer. Merk op dat de verhouding open/dicht geldig is voor individuele balken of voor volledige vloeren als de ruimte tussen elementen als opening wordt gerekend. Als de verbindingen als vol worden beschouwd, moet het aanbevolen percentage met 20% worden verminderd (min 20%, de aanbevolen verhouding open dicht wordt gereduceerd tot 15-20%).

Tabel 12: Aangeraden afmetingen van roostervloeren (zonder schuiven) voor melkvee.

Type Dier	Breedte bij voorkeur (l) (mm)	Opening bij voorkeur (S) (mm)	Percentage openingen bij voorkeur (%)
Kalveren en jongvee < 400 kg	70-120	20-25	18-25
Vaarzen en koeien > 400 kg	80-160	25-35	18-25

De definities van de begrippen die in de tabel gebruikt worden zijn:

Breedte (l) de balkbreedte.

Opening (S) de spleetbreedte.

Percentage openingen de mestdoorlaat = het percentage vrije openingen in een vloer waardoor de mest weg kan.



Figuur 51 Sleuenvloer naar Nederlands ontwerp

3.5.5.7 Vergelijking van vloermaterialen

Alle vloermaterialen hebben verschillende voor- en nadelen en bij het maken van de juiste keuze kan het afwegen complex zijn. Tabel 13 kan helpen bij het kiezen van de geschikte vloer en de bijhorende eigenschappen.

Tabel 13: Relatieve inschatting van vloercharacteristieken.

	Slipweerstand	Zachtheid	Ruwheid	Duurzaamheid
Beton	*		**	****
Gietasfalt	***		***	***
Rubber	****	****		*

Hoe meer ‘*’ hoe meer de betreffende eigenschap van toepassing is. Het maximum is ‘*****’. Geen enkele ‘*’ betekent dat die eigenschap niet van toepassing is bij het betreffende materiaal.

3.6 MELKINFRASTRUCTUUR

3.6.1 Inleiding

De infrastructuur voor het melken bestaat uit de melkstal waar het melken zelf gebeurt, de wachtruimte waar de dieren voor het melken worden verzameld en andere ruimtes bestemd voor het materiaal, het personeel en de controleapparatuur. De melkstal is het belangrijkste onderdeel van het melkgedeelte. Zowel dierenwelzijn, het vermijden van werkonderbrekingen en van on-ergonomische werkhoudingen als sneller melken met volgehouden melkkwaliteit zijn belangrijke aandachtspunten. De melkstal en de melkomgeving zijn meer dan enkel een plek om koeien te melken. Koeien worden geobserveerd tijdens het melken. Managementinformatie kan door visuele controle of elektronische apparaten worden verzameld. Koeien kunnen voor verschillende doeleinden gesorteerd worden, zowel voor het melken als tijdens het verlaten van de melkstal. Er kunnen voorzieningen aangebracht worden om dieren te behandelen en te verzorgen. Overige ruimtes in het melkgedeelte kunnen voor tal van doeleinden gebruikt worden. De melkinfrastructuur is het belangrijkste managementcentrum van het bedrijf en zal een belangrijke rol spelen bij het uitvoeren van de bedrijfsstrategie.

Om die reden gaan de keuzes bij de lay-out van de melkinfrastructuur verder dan alleen maar de bepaling van de plaats en het type van de melkstand. In feite is de melkinfrastructuur een integrale component van het bedrijf, een sleutelement dat de instrumenten omvat die de melkveehouder

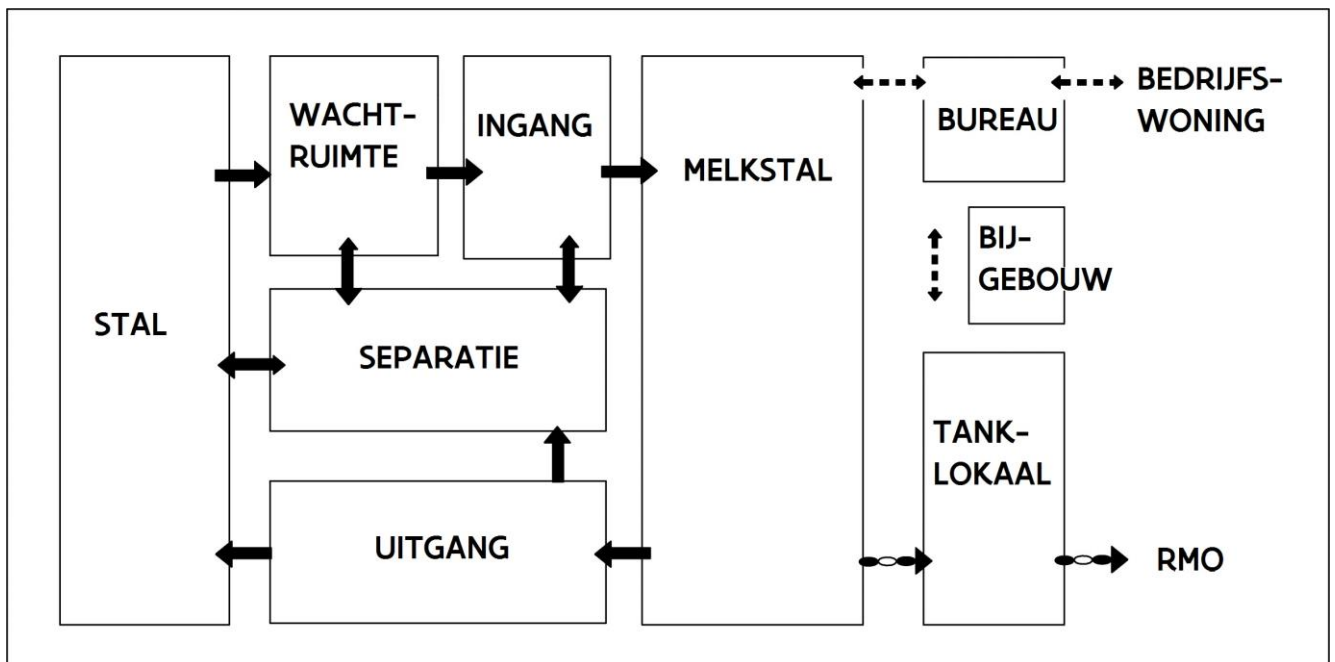
toelaten de geschikte omgeving voor de dieren te creëren en zijn doelstellingen waar te maken. Zorgvuldig plannen is essentieel om ervoor te zorgen dat alle onderdelen correct en rendabel functioneren en bijdragen tot de bedrijfsstrategie. Van speciaal belang is de correcte plaatsing van een melkstal in het gebouw: deze moet eenvoudig gebruik van de installatie, efficiënte doorstroming en snel maar rustig koeverkeer garanderen.

Aangezien het belang van bindstallen sterk afneemt, zeker in het geval van nieuwbouw, wordt het melken in bindstallen hier niet besproken.

3.6.2 Onderdelen van een melkgebouw

Een melkgebouw is een complexe installatie die verschillende onderdelen bevat die efficiënt moeten samenwerken. Een vlotte werking hangt af van een correct ontwerp, afmeting en indeling (Figuur 52):

- Wachtruimte,
- ingang, voorselectie (VMS) en identificatie,
- melkstal:
 - melkstand,
 - reinigingsvoorzieningen,
 - machines (vacuümpomp, ...),
- uitgang, mogelijk met na-selectie, extra voorzieningen (wegen, klauwbad),
- selectie-en behandelruimte (dierenarts, afkalven, ...): behandelstraat, behandelbox,
- vastzethok,
- bureau met computer (management van de kudde),
- bijgebouwen (machines en materiaal bijv. vacuümpomp, opslag, toilet, ...),
- melkruimte (koeltank, reinigingsinstallatie).



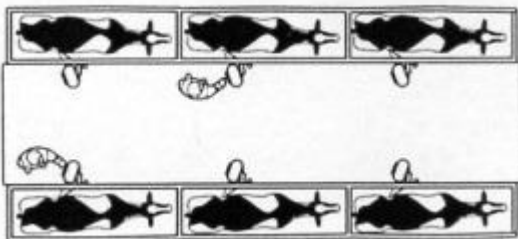
KOEVERKEER →
LOOPLIJNEN ↔
MELKSTROOM ↔

Figuur 52: Schematisch overzicht van de onderdelen van een melkstal.

3.6.3 Melkstallen

Het type en de capaciteit van de melkstal zijn belangrijk, niet alleen in het kader van de totale bedrijfsvoering, maar ook op het vlak van lay-out en melkinfrastructuur op zich.

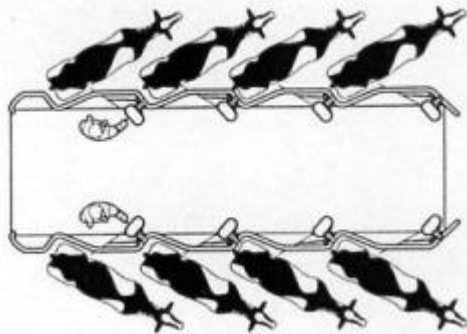
3.6.3.1 Individuele melkstallen (tandem, auto tandem)



Melkstanden die aan de zijkant openen hebben het voordeel dat de koeien individueel kunnen behandeld worden en goede performantie per melkstand. Er is echter een grote afstand tussen de uiers vergeleken met een visgraat of een zij-aan-zij. Dit is een belangrijk gegeven op het vlak van mechanisatie. Bij toenemende mechanisatie zijn meer melkstanden nodig om de melker en de installatie aan het werk te houden, wat leidt tot veel te lange melkputten. Het mechaniseren van het in- en uitgangssysteem (auto tandem), om zo het werk voor de melker te vergemakkelijken en het melken

efficiënter te maken, is mogelijk maar duur. Omwille van de grote ruimtebehoefte van de individuele standen, zal uitbreiding steeds beperkt zijn.

3.6.3.2 Visgraat melkstallen

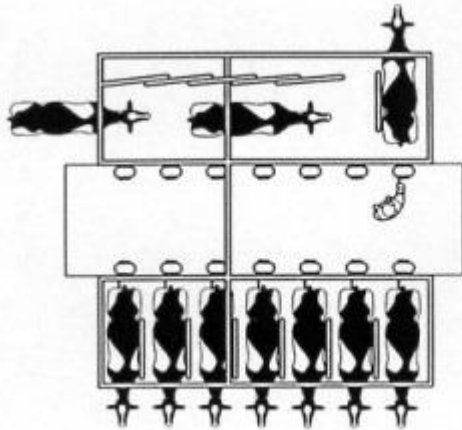


Dit type melkstal blijft populair omwille van de lage kost en goede performantie. De capaciteit varieert gewoonlijk van 2x4 tot 2x12, hoewel grotere visgraten van bijv. 2x20 ook voorkomen. Visgraatmelkstallen lenen zich goed voor mechanisatie. Als een melkstand wordt gemechaniseerd, bijv. automatisering van de in- en uitgang, kunnen meer standen worden toegevoegd en zo wordt de productiviteit van de melker verhoogd. Dit hoeft niet per sé te leiden tot een heel lange melkput. Een traagmelkende koe die alle koeien aan dezelfde kant ophoudt, kan het melkritme behoorlijk verstoren, vooral bij grote melkstallen. Traagmelkende koeien kunnen uitgeselecteerd worden, of kunnen in een aparte groep worden gemolken. Visgraatstallen kunnen gemakkelijk uitgebreid worden, op voorwaarde dat er voldoende ruimte beschikbaar is of dat hier in de ontwerpfase rekening mee gehouden werd.

3.6.3.3 Rapid-exit melkstallen

In een dergelijke stal kunnen alle koeien aan één kant tegelijkertijd de melkstal verlaten door individuele poortjes of door een barrière voor de koeien op te heffen (zie Figuur 57 en Figuur 58). Door de gerealiseerde tijds winst is dergelijk systeem te verantwoorden voor grotere stallen, vanaf 2x10 visgraat of parallel. Er moet rekening mee gehouden worden dat het gebouw significant breder moet zijn om de uitgangsroutes voor de dieren te omvatten. In rapid-exit stallen, moeten de uitgangen leiden naar terugloopgangen aan beide zijden van de melkstal. Als gevolg daarvan moeten voorzieningen om dieren te sorteren en te behandelen, indien aanwezig, aan beide zijden uitgevoerd worden.

3.6.3.4 Parallel (zij aan zij) melkstallen

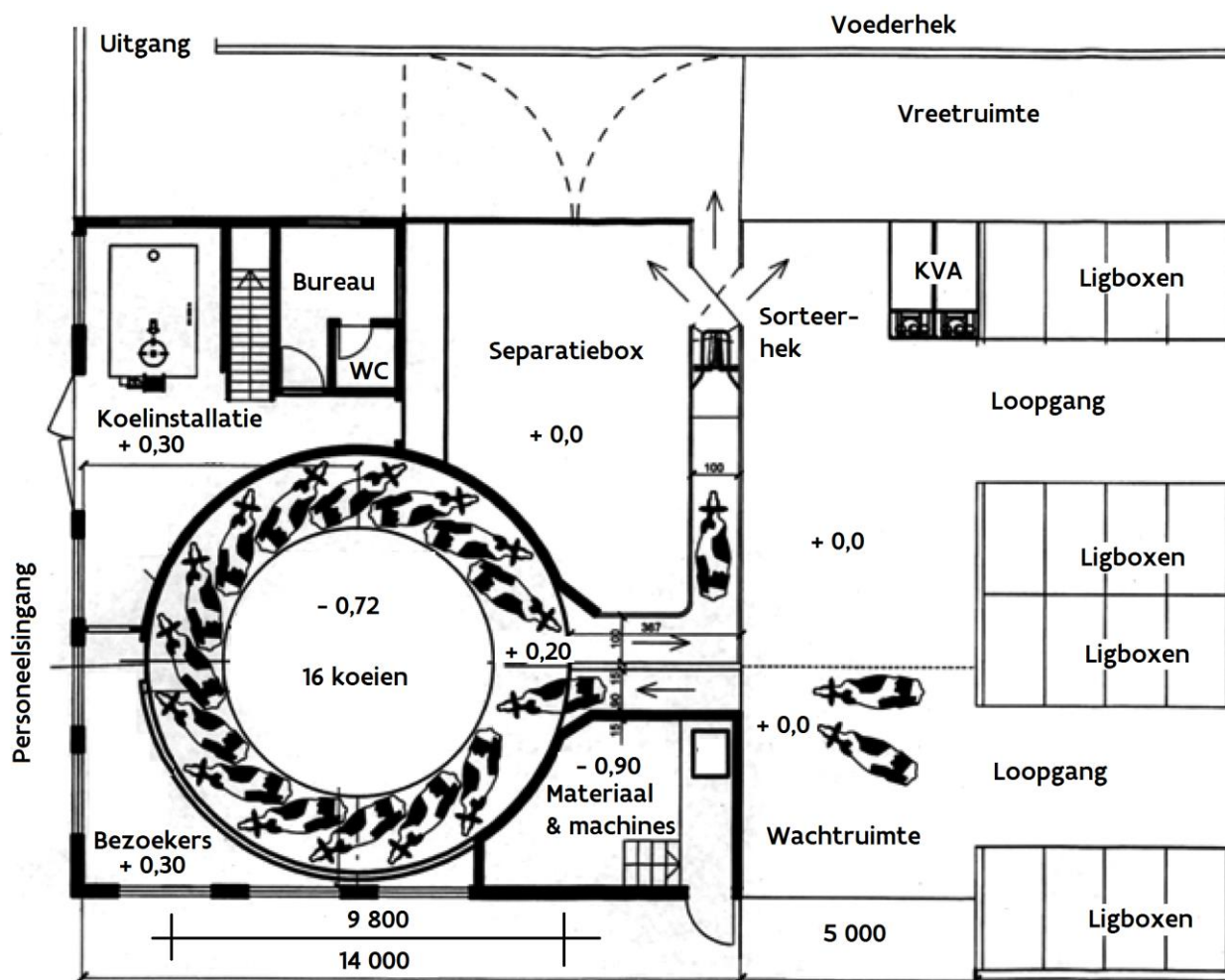


Zij-aan-zij melkstallen werden recenter geïntroduceerd, variërend in grootte van 2x6 tot 2x40 en groter. Koeien staan evenwijdig aan elkaar, bijv. 90° ten opzichte van de melkput. Dit vereist dat de melker de melkstellen achteraan aanbrengt tussen de achterpoten van de koeien. Koeien worden fysiek van elkaar gescheiden door een barrière, aangestuurd door het binnenkomen van een individuele koe. Het voordeel van een zij-aan-zij melkstal is de rapid-exit. Nochtans kan, net zoals in visgraatstallen, een traagmelkende koe een hele zijde ophouden.

3.6.3.5 Carrousel

Carrousel melkstanden zijn geschikt voor middelgrote tot grote melkkuddes en melkveehouders die een hoge verwerkingssnelheid willen. Er zijn twee verschillende types carrousels, volgens de ingangsroute:

- visgraat/tandem positie: de koe moet draaien bij het binnenkomen om tot de visgraat of de tandempositie te komen. De melker werkt binnen het carrouselplatform (Figuur 53).
- Radiale positie: de koe staat met de kop naar het midden van de carrousel. De melker staat aan de buitenkant. Deze opstelling maakt het binnen komen van de dieren gemakkelijker, en dit weerspiegelt zich in een grotere verwerkingssnelheid.



Figuur 53: Voorbeeld van een carousel melkstal met koeien in visgraatpositie en een centrale ruimte voor de melker. De diameter van de carousel hangt af van de positie van de dieren en van het aantal dierplaatsen.

3.6.4 Ontwerp van bijgebouwen

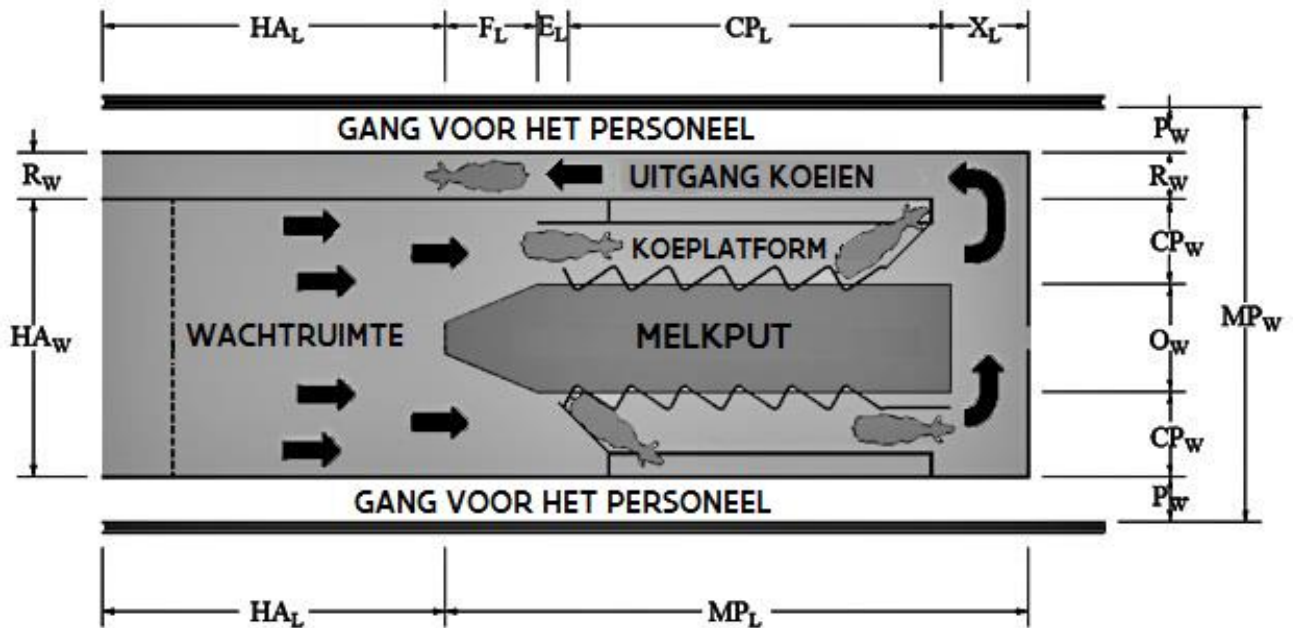
3.6.4.1 Afmetingen

De afmetingen van een melkstal hangen af van het type en het aantal voorziene plaatsen. De dimensionering moet rekening houden met het gemak waarmee een dier kan binnen- en buitengaan, de koe in de correcte melkpositie houden en een logische werkroutine mogelijk maken. De volgende beschrijvingen geven voorbeelden van de afmetingen die, bij benadering, nodig zijn in melkstallen.

Visgraatmelkstal:

De lengte hangt af van het aantal melkstanden. Verschillende ontwerpen laten toe dat de koe zich onder verschillende hoeken (bijv. 30°, 50° tot 90°) aanbiedt aan de melker, dit zal effect hebben op de totale lengte en breedte van de melkstal. De vereiste ruimte om de stal te verlaten hangt af van het

type uitgang (bijv. naar de zijkant of rechtdoor). In grotere melkstallen met twee of meer melkers moet de melkput naar verhouding vergroot worden (Figuur 54 en Figuur 55).



Figuur 54: Visgraat melkstal met standaard uitgang en een enkele terugloopgang (naar DPC 54 Milking Parlour guidelines, 2014)

$MP_W = \text{totale breedte van de melkstal: } 2 P_W + R_W + 2 CP_W + O_W$

$P_W = \text{breedte doorgang personeel: } 70 \text{ tot } 90 \text{ cm}$

$R_W = \text{breedte terugloopgang: } 80 \text{ tot } 100 \text{ cm}$

$CP_W = \text{breedte van platform: } 150 \text{ tot } 185 \text{ cm}$

$O_W = \text{breedte van de melkput: } 185 \text{ tot } 245 \text{ cm}$

$MP_L = \text{totale lengte van de melkstal: } F_L + E_L + CP_L + X_L$

$F_L = \text{lengte van de ingangstrechter: } 245 \text{ tot } 365 \text{ cm}$

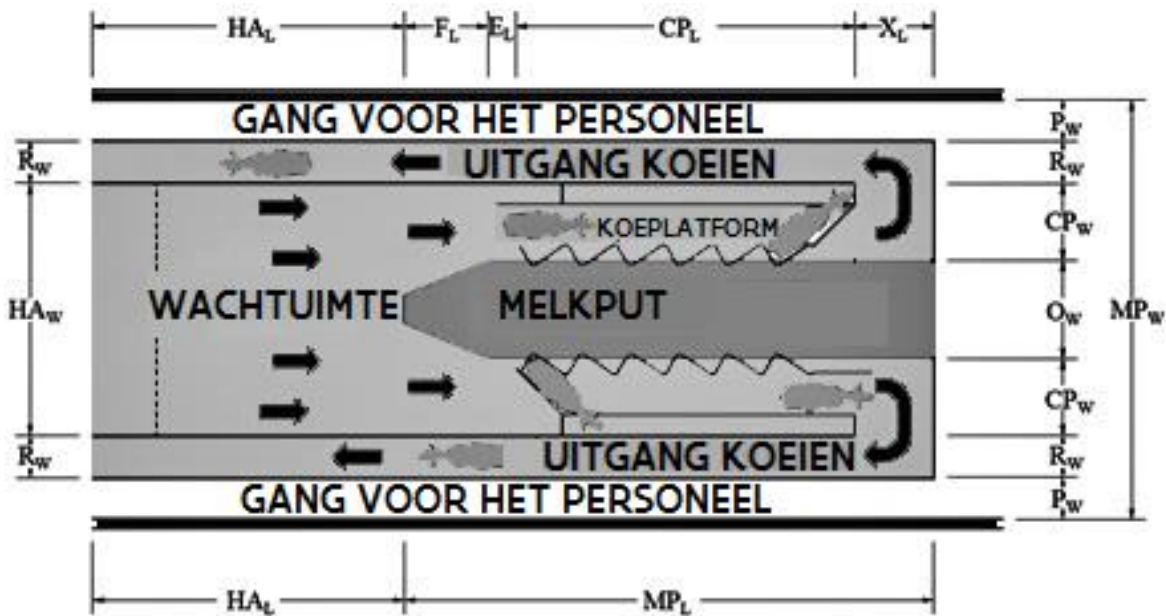
$E_L = \text{lengte van ingangruimte: } 60 \text{ cm}$

$CP_L = \text{lengte van het platform: } 90 \text{ tot } 115 \text{ cm per melkstand} + 105 \text{ tot } 190 \text{ cm}$
(afhankelijk van de fabrikant)

$X_L = \text{lengte van de terugkeerruimte: } 120 \text{ tot } 165 \text{ cm}$

$HA_W = \text{breedte van de wachtruimte: } 490 \text{ tot } 620 \text{ cm}$

$HA_L = \text{lengte van de wachtruimte hangt af van het aantal koeien dat er gehouden wordt en de breedte van de wachtruimte (voorzie } 1,4 \text{ m}^2 \text{ per koe)}$

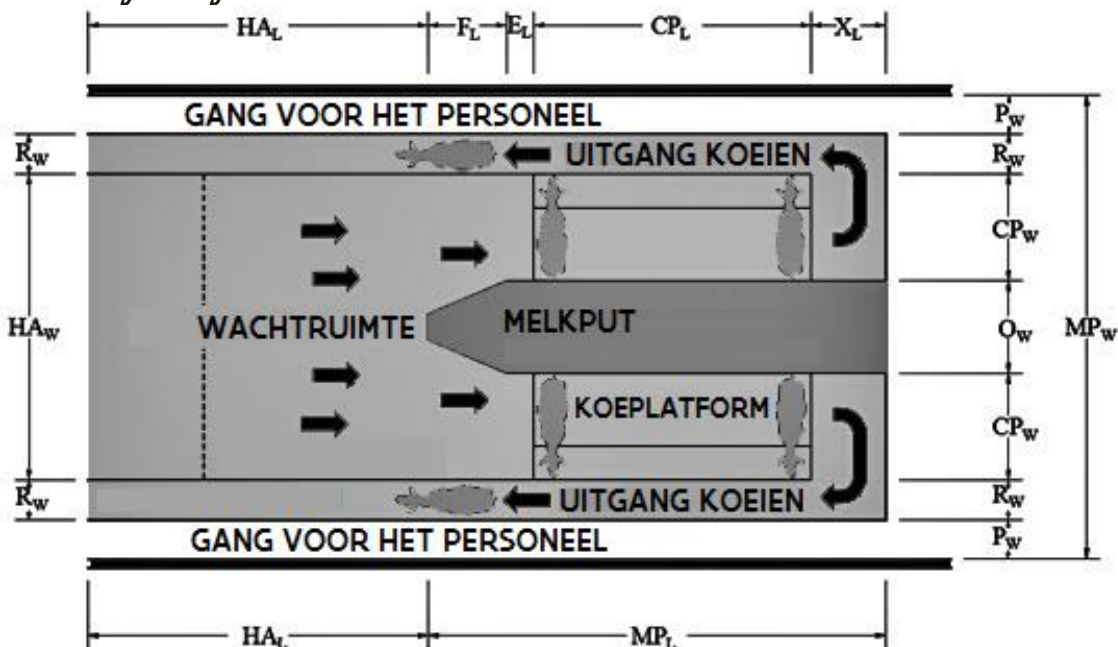


Figuur 55: Visgraat melkstal met standaard uitgang en twee terugloopgangen (naar DPC 54 Milking Parlour guidelines, 2014).

$$MP_W = \text{totale breedte van de melkstal: } 2 \cdot P_W + 2 \cdot R_W + 2 \cdot CP_W + O_W$$

De lengte en de breedte van de melkstal komen overeen met de afmetingen die bij Figuur 54 worden vermeld.

Parallel (zij aan zij) melkstal:



Figuur 56: Zij aan zij melkstal met standaard uitgang en twee terugloopgangen (naar DPC 54).



$MP_W = \text{totale breedte van de melkstal: } 2 \cdot P_W + 2 \cdot R_W + 2 \cdot CP_W + O_W$

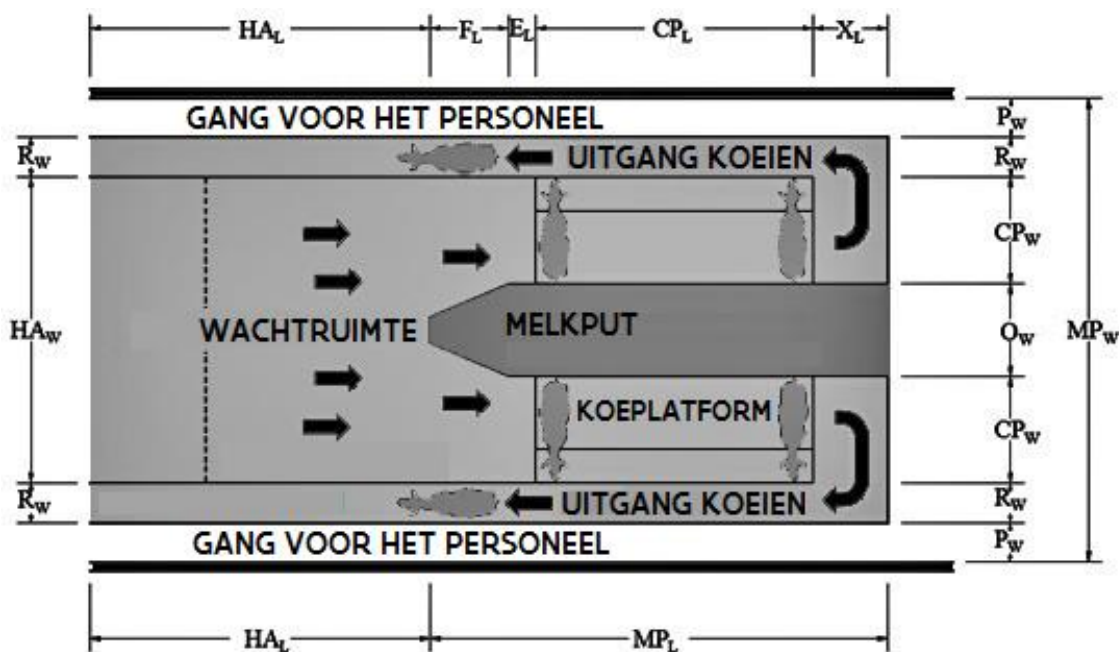
De lengte en de breedte van de melkstal komen overeen met de afmetingen die bij Figuur 54 worden vermeld, behalve ::

$CP_W = \text{breedte van platform: } 245 \text{ cm}$

$F_L = \text{lengte van de ingangstrechter: } 305 - 365 \text{ cm}$

$CP_L = \text{lengte van het platform: } 70 - 75 \text{ cm per melkstand (afhankelijk van de fabrikant)}$

$HA_W = \text{breedte van de wachtruimte: } 670 - 740 \text{ cm}$



Figuur 57: Zij aan zij melkstal met rapid exit en enkele terugloopgang (naar DPC 54).

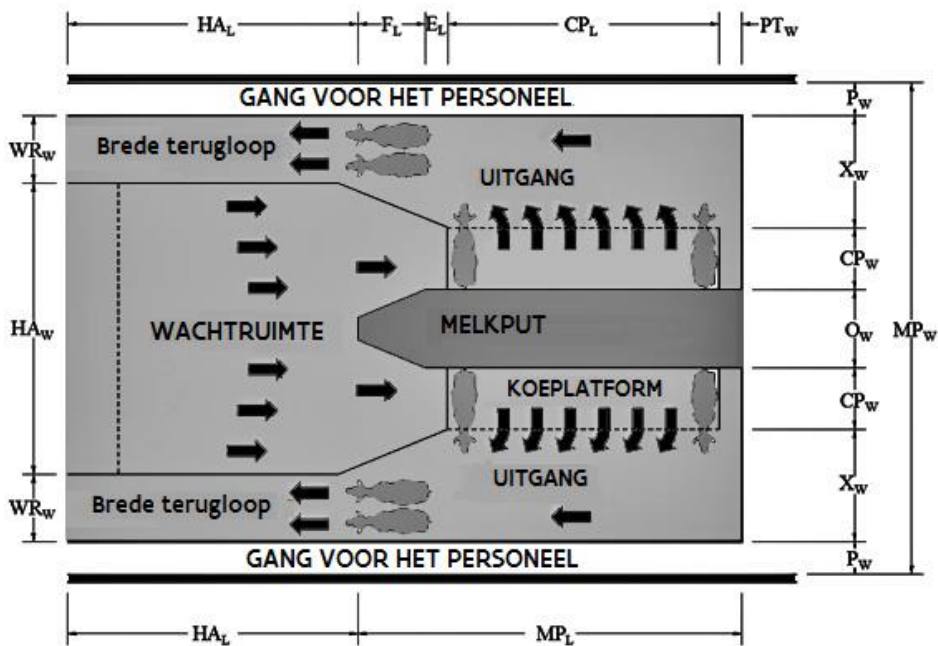
$MP_W = \text{totale breedte van de melkstal: } 2 \cdot P_W + 2 \cdot X_W + 2 \cdot CP_W + O_W$

De lengte en de breedte van de melkstal komen overeen met de afmetingen die bij Figuur 56 worden gegeven, behalve voor:

$CP_W = \text{breedte van platform: } 180 - 200 \text{ cm}$

$WR_W = \text{breedte van brede terugloopgang: } 160 - 200 \text{ cm}$

$X_W = \text{breedte van het uitgangsgebied: } > 300 \text{ cm}$



Figuur 58: Zij aan zij melkstal met rapid exit en dubbele terugloopgang (naar DPC 54).

3.6.4.2 Mechanisatie:

Mechanisatie in de melkstal hangt af van de afmetingen van de melkstal, de beschikbare arbeid, de oorspronkelijke investeringen en de persoonlijke voorkeur. Automatische melkstelafname wordt tegenwoordig in de meeste melkstallen als standaarduitrusting beschouwd. Andere aspecten van mechanisatie om in overweging te nemen zijn oprijfssystemen en elektrisch gestuurde in- en uitgangspoorten.

3.6.4.3 Inrichting en materiaal

In het algemeen worden statische melkstallen in gebouwen apart van de stal geplaatst. Dit vermindert de kans op vervuiling van het melksysteem door stof, micro-organismen en geuren uit de stal en het helpt om het materiaal te beschermen tegen weersinvloeden (in het bijzonder tegen vorst). Ook de werkomstandigheden zijn beter in een aparte stal.

Melkstallen moeten uitgerust worden met een zuurresistente en slipvrije vloer, zowel in het gedeelte voor de dieren als in het gedeelte voor de melker. De ruimte waar de koeien staan moet een lichte helling van 2% hebben, in de richting weg van de melker. Op vloerniveau moet een afvoerputje worden voorzien voor het uitspuiten en het reinigen van de melkstal.

Correct gedimensioneerde en vochtbestendige lichtpunten zijn noodzakelijk om de werkruimte te verlichten met minimum 200 lux in alle staldelen en tot 500 lux in de melkput. De verlichting moet zo worden ingesteld dat de uiers zich niet in de schaduw bevinden.

Vocht afkomstig van de dieren en van het waswater zorgen voor een hoge luchtvochtigheid in de melkstal. Efficiënte ventilatie, indien nodig mechanische ventilatie moet, zeker in de zomer, verzekerd zijn. In koude klimaten moet ter hoogte van de vloer verwarming aanwezig zijn voor de melker. Alle ruimtes in het melkgedeelte moeten vorstvrij worden gehouden.

De muren moeten afgewerkt zijn met hygiënisch en gemakkelijk te reinigen materiaal, bijv. met kwalitatief hoogwaardige verf beschilderd, PVC-panelen of keramische tegels, enz. ...

3.6.4.4 Factoren in het ontwerp die de melkstalprestaties beïnvloeden:

Type melkstal en afmetingen: Melkstallen zijn beschikbaar in verschillende types en afmetingen. De grootte van de melkstal hangt af van de grootte van de kudde, de melkproductie, het aantal koeien, enz. ... Adviesbureaus beschikken over een brede waaier van nuttige informatie. Het type melkstal beïnvloedt de afmetingen van het gebouw, het koeverkeer naar en van de melkstal, melkroutine en de mechanisatiegraad.

Koe-ingang: Het ontwerp en de afmetingen van de wachtruimte beïnvloeden de tijd die een koe nodig heeft om de melkstal te betreden. Wachtijden van meer dan een uur per melkbeurt moeten in de hedendaagse kuddes met hoge producties worden vermeden. Koeien moeten de melkstal rechtdoor kunnen betreden. Draaibewegingen aan de ingang kan de voortgang van de koe vertragen, wat het melken kan onderbreken. Het draaien gebeurt bij voorkeur eerder bij het verlaten van de melkstal dan bij het betreden. De wachtruimte moet een opening naar de melkstal hebben die zo open mogelijk is (zo open als de regelgeving het toelaat), met een goede verlichting tussen de wachtruimte en de melkstal.

Koe-uitgang: De verlichting in de terugloopgang moet helder en egaal zijn. Koeien houden niet van het contrast bij het doorlopen van een helder verlichte melkstal naar een donkere terugloopgang. Een Rapid-Exit uitgang van minstens 2,40 m is voldoende voor koeien om vooruit te stappen en zich te keren richting de voeder- en ligruimte. Een gang die te smal is zal de koeien onvoldoende ruimte laten om uit de melkstand te stappen, terwijl een te brede gang de koeien de kans geeft om te blijven staan zonder de melkstal te verlaten.

3.6.5 Toegang en uitgang: wachtruimte

Vrijwillig en ongedwongen koeverkeer is wenselijk voor een efficiënte melkbeurt. Problemen met koeien bij het binnenkomen en verlaten van de melkstal kosten melktijd en onderbreken de routine van de melker.

Vermijd trappen en steile hellingen (meer dan 10%). Indien regelgeving een trap eist, moet deze minder dan 200 mm hoog zijn.

Deuren en muren aan de in- en uitgang van de melkstal hinderen koebewegingen. Een platform dat de melkput met 3 m tot 3,5 m verlengt laat toe dat de melker achter moeilijke koeien kan komen zonder hen weg te jagen van de ingang. Het plateau moet aan beide zijden hekken hebben. Het hekwerk taps laten toelopen tot een breedte van 300 mm geeft de melker de kans om er door te lopen en creëert een trechtervormige ingang naar de melkstand. Poorten aan de zijanten van het platform kunnen gebruikt worden om verschillende groepen dieren naar verschillende kanten van de melkstal te leiden. Deze poorten kunnen ook gebruikt worden om de toegang tot de melkstal af te sluiten.

Voor de wachtruimte: voorzie 1,4 tot 2,0 m²/koe. De vloer moet bij voorkeur afhellen van de melkstal met een helling van 2-5%. In een warm klimaat kan een koelsysteem (ventilatoren, ...) heel nuttig zijn. Oprijfsystemen in de wachtruimte kunnen de doorstroom in de melkstal verbeteren. Voedertoediening in de melkstal kan het binnenkomen bevorderen, maar het verlaten van de melkstal remmen. Voederen in de melkstal wordt niet aangeraden aangezien koeien niet genoeg tijd spenderen in de melkstal om het voeder op te nemen dat nodig is voor een hoge melkproductie. Als wordt gevoederd om het binnenkomen van de koeien te bevorderen, geef elke koe dan evenveel, ongeveer 1,5-2,0 kg. Er zijn toestellen op de markt die een vaste hoeveelheid voeder verdelen aan elke koe.

Voorzie terugloopgangen van het melkgedeelte naar het stalgedeelte. Een enkele terugloopgang (waarbij één groep koeien bij het buitengaan ter hoogte van de voorkant van de melkstal oversteekt naar de andere kant) is gebruikelijk als de ruimtes voor het selecteren, verzorgen, vastzetten en behandelen van

dieren in het melkgedeelte voorzien zijn. In visgraatstallen van 2x8 en groter, wordt het verlaten van de stal versneld door gebruik te maken van twee terugloopgangen, één aan elke zijde.

Gangen moeten steeds eenrichtingsverkeer zijn. Gangen kunnen worden uitgespoten of met de hand worden gereinigd. Terugloopgangen aan de buitenkant van het gebouw, wat zelden voorkomt, kunnen breed genoeg worden gemaakt om met een trekker te reinigen.

De breedte van terugloopgangen voor melkstallen met Rapid-Exit en zij-aan-zij systemen moet minstens 2,5 m zijn, meestal zijn deze 3 m breed. Als koeien bij het buitengaan worden gesorteerd, moeten deze gangen vernauwd worden tot een breedte van 1 koe.

Om vervuiling van muren te beperken kan een buis aan de zijkant van de gang worden aangebracht. Deze buis wordt geplaatst op 0,65 H, zodanig bevestigd dat de koeien minstens 10 cm van de muur blijven.

3.6.6 Andere ruimtes

Naast een melkstal en een wachtruimte kan het melkgedeelte ook een melkhuis, een machinekamer, een opslagruimte, een personeelsruimte, een bureau, een toilet en een ruimte om dieren te verzorgen en te behandelen omvatten (zie Figuur 52).

Het melkhuis bevat de melktank (of de toegang ertoe), een melkopvang gedeelte, een koelsysteem en uitrusting voor reinigen, ontsmetten en bewaren van de melkuitrusting. Het melkhuis moet groot genoeg zijn om een toekomstige uitbreiding van de opslagcapaciteit niet in de weg te staan en worden geplaatst in de minst zonnige ruimte met goede toegang voor de RMO.

De machinekamer herbergt de mechanische apparatuur verbonden aan het melksysteem (vacuümpomp, pulsatorcontrole), het koelsysteem (condensator, warmtewisselaar) en ander materiaal. De waterverwarmer en een warmtewisselaar om water en de rest van de melkstal te verwarmen vinden eveneens hun plaats in de machinekamer. Voorzie een grote deur of een rolpoort naar buiten om gemakkelijk apparatuur te vervangen.

Een aparte ruimte voor reinigingsproducten en -materiaal, reserve-onderdelen en diergeneeskundige producten, kan nuttig zijn. Nationale wetgeving kan eventueel aparte, goed aangeduide ruimtes voor diergeneeskundig gebruik opleggen.

Voor het personeel kunnen toiletten, kastjes, douches, afwasmogelijkheden en een eet- en ruistrimte voorzien worden. Een kantoor kan dienst doen om de dagelijkse managementgegevens van de kudde (melkproductie, vruchtbaarheidsgegevens, diergeneeskundige behandelingen, ...) en andere dossiers en data bij te houden.

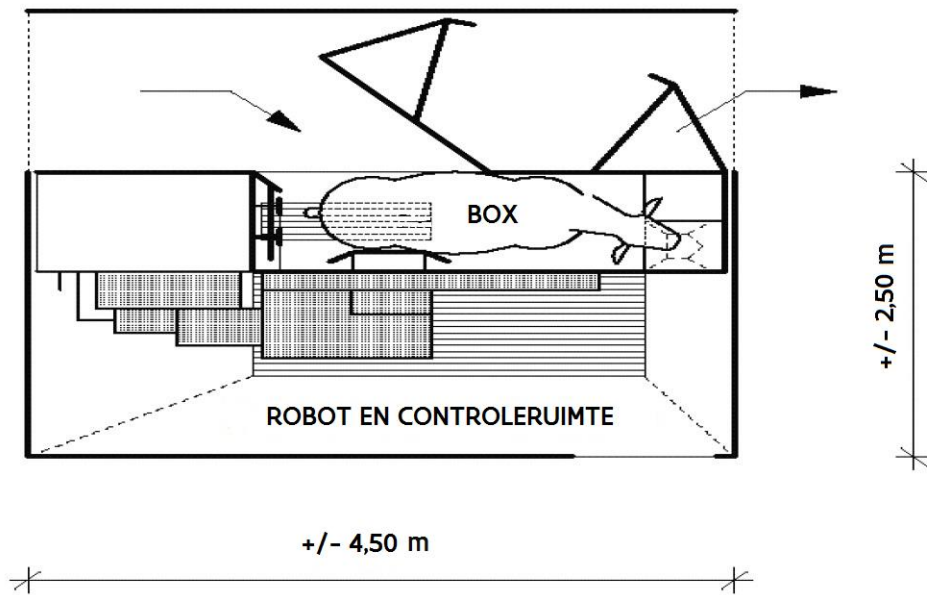
Sorteren, verzorgen, immobiliseren en behandelen van dieren gebeurt vaak in de nabijheid van de melkstal. Elk lokaal of ruimte verdient speciale aandacht en moet goed doordacht zijn, gebaseerd op de functie en de rol die het vervult, de ruimte behoefte en de relatie binnen het complete melkgedeelte.

3.6.7 Speciale behoeftes van een vrijwillig melksysteem (VMS)

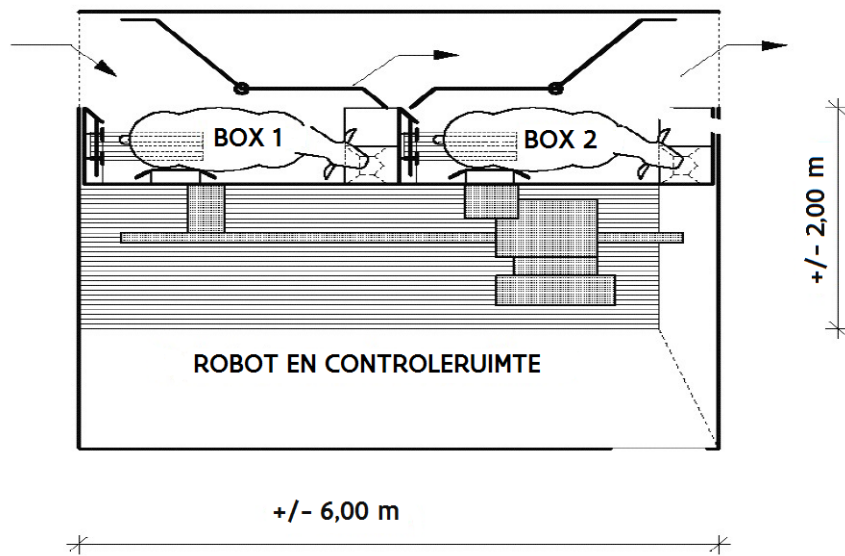
3.6.7.1 Systemen

Er bestaan twee verschillende systemen: het één- en het meerboxsysteem. Het éénboxsysteem is geschikt voor groepen van 50 tot 60 lacterende koeien; het dubbele- en het driedubbele boxsysteem gaan tot respectievelijk 90 en 120 dieren. Grotere aantallen boxen zijn niet praktisch gebleken als gevolg van het koeverkeer dat stropt aan de ingang. In 2010 ontwikkelde DeLaval een volledig geautomatiseerde melkcarrousel met VMS robotica om het melken en de koestroom te versnellen en het systeem dus geschikt te maken voor grotere groepen.

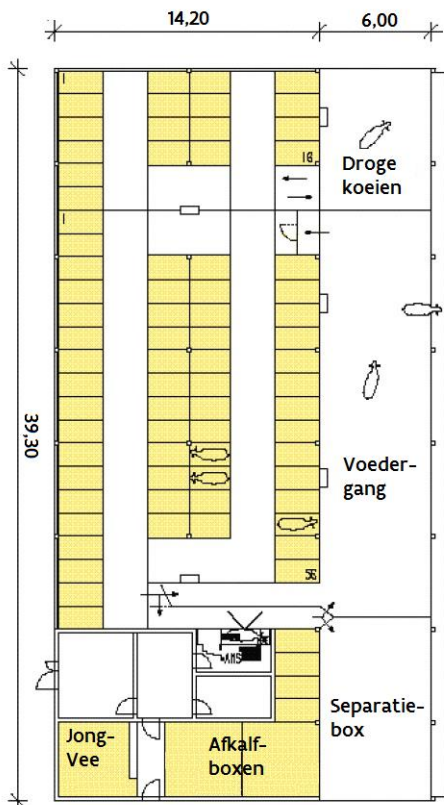
////////////////////////////////////



Figuur 59: 1-box systeem met 16-22 m² ruimtebehoefte, in- en uitgangen en controleruimte inbegrepen. (De exacte afmetingen hangen af van de fabrikant).



Figuur 60: 2-boxen systeem met 33-44 m² ruimtebehoefte. Deze plan voorziet niet in technische ruimtes, aangezien deze erg afhankelijk zijn van het ontwerp van de fabrikant.



Figuur 61: Selectief gestuurd koeverkeer in een 1-box opstelling.

3.7 KLIMAATCONTROLE

3.7.1 Algemeen

Een belangrijk aspect in het bouwontwerp is het beheersen van omgevingsfactoren die de productie van de dieren en het dierenwelzijn, zoals besproken in hoofdstuk 2.3, beïnvloeden. Dit kan bereikt worden door gebruik te maken van een ventilatiesysteem met aangepaste openingen (vorm en oriëntatie). Andere relevante aspecten zijn: de thermische eigenschappen van de bouwmaterialen, de vorm en de oriëntatie van het gebouw, de locatie, enz...

Door de binnentemperaturen in een koud klimaat te evalueren, kunnen stalsystemen ingedeeld worden als koude of warme huisvesting.

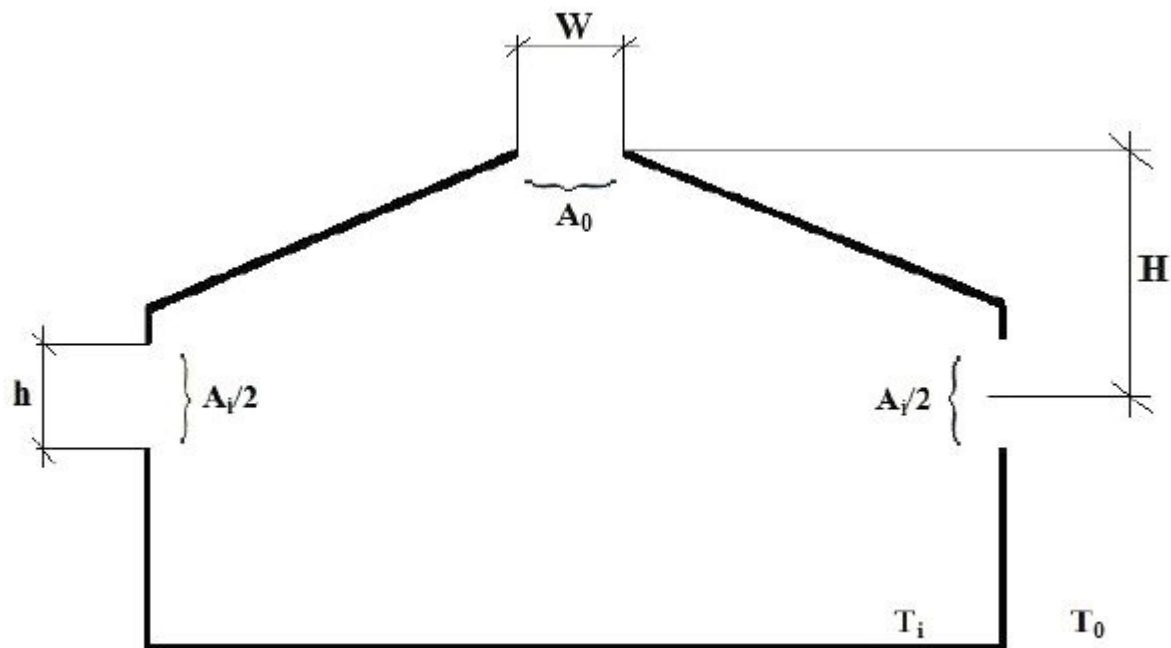
In een koude stal schommelt de binnentemperatuur rond de buitentemperatuur. Ventilatie volstaat om de binnentemperatuur tussen 3° C en 6° C boven de buitentemperatuur te houden. Gewoonlijk wordt dit verkregen door niet-regelbare natuurlijke ventilatie bestaande uit aangepaste nokopening, openingen in de lange zijde van de stal samen met aanpassingen in muur- en deuropeningen. Tijdens koude periodes maakt de afvoer van vocht door de regelmatige luchtverversing isolatie overbodig. Condens aan de onderkant van het dak kan als hulpmiddel bij het management gebruikt worden, dit wil zeggen als signaal naar de melkveehouder dat er zich een teveel aan vocht ophoopt en extra openingen moeten worden voorzien voor een betere ventilatie.

Warme stallen bestaan uit geïsoleerde en gesloten stallen, met goed gecontroleerde ventilatie. Deze

- T_i = absolute binnentemperatuur (K)
- A_i = oppervlakte van de inlaatopeningen (m^2)
- A_o = oppervlakte van de uitlaatopeningen (m^2)

(zoals weergegeven in Figuur 62).

Voor optimale efficiëntie is $A_i = 2 A_o$ tot $3 A_o$.



Figuur 62: Schets van gebouw met open nok en openingen in de zijgevels.

Bij openfrontstallen waarbij drie wanden volledig dicht zijn moet de inkomende en de uitgaande lucht door dezelfde opening passeren. In dit geval stroomt de koudere lucht (normaal gezien de buitenlucht) langs het onderste gedeelte en de warmere lucht door het bovenste gedeelte van de opening. In rechthoekige openingen kan de luchtstroom door thermiek berekend worden door volgende vergelijking:

$$V = \frac{A}{3} \sqrt{\frac{2g \cdot H \cdot \Delta T}{T_i \cdot (2k)}} \quad (m^3/s)$$

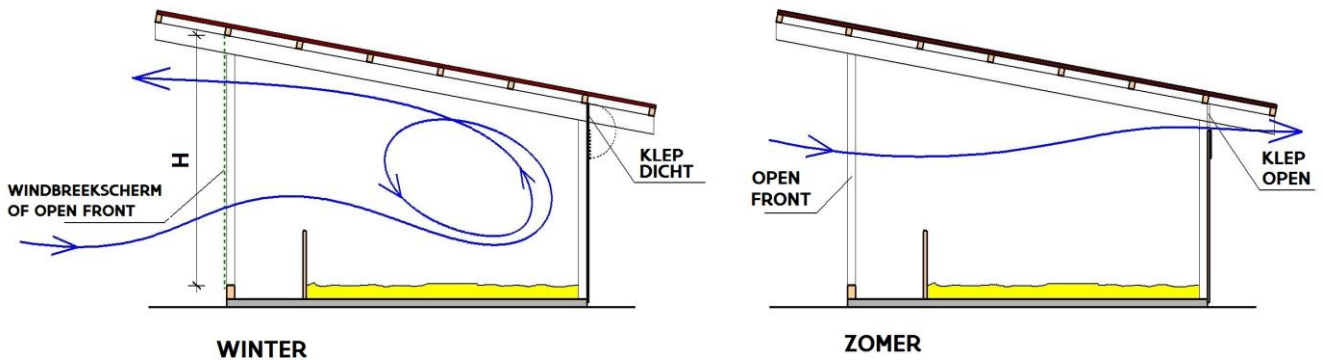
Waarin:

- H = hoogte van de opening (m) (verschil tussen de inlaat en de uitlaat)
- k = weerstandcoëfficiënt van de opening
- A = oppervlakte van de opening (m^2)

Van deze vergelijking kan de formule om de opening te berekenen worden afgeleid:

$$A = 3 \cdot v \cdot \sqrt{\frac{T_i \cdot (2k)}{2g \cdot H \cdot \Delta T}} \quad (m^2)$$

Dit ventilatiesysteem is uitsluitend geschikt voor gebouwen die niet breder zijn dan 4 keer de gemiddelde hoogte. In de zomer moeten delen van de wand tegenover de openfront opengemaakt worden, om zo het ventilatiedebiet via doorstromende lucht te vergroten.



Figuur 63: Ventilatie gestuurd door het schoorsteeneffect gedurende winter en zomer in een openfront jongveestal

3.7.2.1.2 Windeffect

De winddruk op gebouwen bepaalt een luchtstroom die gaat van de openingen aan de windzijde naar de luwzijde. Daardoor hangt de ventilatie voornamelijk af van de windsnelheid, de vorm en de afmetingen van de verticale openingen, waarin de bijdrage van de open nok verwaarloosbaar is. Een formule om de ventilatie te berekenen is:

$$V = E \cdot A \cdot V_w$$

Waarin:

V = ventilatiedebiet (m^3/s)

A = oppervlakte aan de windzijde (of luwzijde als deze gelijk zijn) (m^2)

V_w = windsnelheid (m/s)

E = effectiviteit van de opening (0,5 - 0,6 voor wind loodrecht op de opening, 0,25 - 0,35 voor wind diagonaal op de opening; doorgaans wordt met een waarde van 0,35 gerekend in landbouwgebouwen).

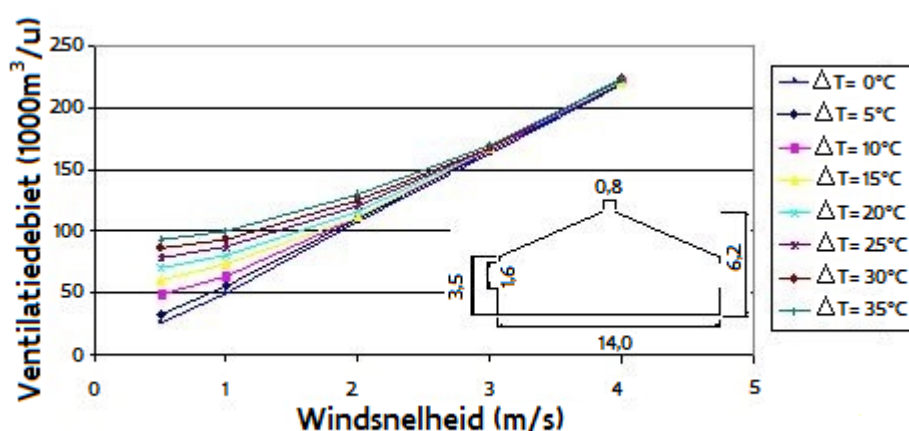
Het windeffect is doorgaans de belangrijkste factor in natuurlijke ventilatie. De controle van de ventilatie is echter moeilijk door de variabiliteit van de windsnelheid en -richting. Daarom werden systemen ontwikkeld die automatisch gecontroleerde natuurlijke ventilatie mogelijk maken. Het mechanisch openen en sluiten van de ventilatiekleppen of -ramen wordt gestuurd door temperatuursensoren en mogelijk ook door sensoren die de luchtsnelheid meten. Een eenvoudige manier om de luchtsnelheid in het gebouw te regelen is door gebruik te maken van windbrekers. Dit zijn oppervlakken met openingen die in staat zijn om de windsnelheid te verminderen tot waarden die standvastiger en geschikter zijn voor dieren. Windbrekers bestaan in verschillende uitvoeringen zoals houten planken (spletwand/space boarding), geperforeerd metaal of kunststof netten/gordijnen.



3.7.2.1.3 Gecombineerd effect van schoorsteen- en windeffect

In uitzonderlijke situaties (windstilte in combinatie met koude temperaturen), zal het schoorsteeneffect de belangrijkste oorzaak van luchtuitwisseling zijn. In de meeste gevallen is het windeffect dominant, in het bijzonder bij grote zijopeningen. In situaties waarbij geen enkel effect dominant is, kunnen de ventilatiedebieten van het schoorsteeneffect en het windeffect niet zomaar bij elkaar worden opgeteld, omdat er een vorm van interactie is tussen beide effecten.

Figuur 64 toont de resultaten van een theoretische berekening toegepast op een typische melkveestal voor verschillende temperatuurverschillen en windsnelheden. Hier kan uit afgeleid worden dat het schoorsteeneffect verwaarloosbaar wordt bij temperatuurverschillen van minder dan 10° C en een windsnelheid van meer dan 1 m/s, en in alle gevallen waarbij de windsnelheid hoger is dan 2 m/s (met alle inlaatopeningen open en zonder windbrekers).



Figuur 64: Ventilatiesnelheid in een typische melkveestal van 30 m lang met doorlopende, niet afgeschermdde openingen in functie van temperatuurverschillen (verschil tussen binnen en buitentemperatuur) en windsnelheden (m/s). In het berekende model is de windrichting constant en loodrecht op de opening.

Het correct vaststellen van het gecombineerd effect van de twee afzonderlijke mechanismen vereist een tamelijk complexe procedure.

3.7.2.1.4 Controle van de luchtstroom

Inlaten moeten zo ontworpen en gepositioneerd zijn dat koude tochtstromen rond de dieren vermeden worden. Regelbare scharnierkleppen aan de openingen, verschillende types beplating zoals space boarding, windbreekgaas en geperforeerde platen kunnen gebruikt worden in koude stallen. In streken waar harde wind vaak voorkomt moeten windbrekers voorzien worden aan de windzijde. Daardoor wordt er een reductie van de luchtsnelheid verkregen afhankelijk van de doorlaatbaarheid (verhouding open/dicht), de structuur en het gebruikte materiaal. Om de luchtverversing te berekenen, is een experimentele vaststelling van de effectiviteit (reductiecoëfficiënt van de windsnelheid) van het materiaal of de beplating nodig. Hoe grotere de reductiecoëfficiënt, hoe groter de oppervlakte aan beschermde luchtinlaat moet zijn om dezelfde ventilatiegraad te verkrijgen in vergelijking met een vrije opening.

////////////////////////////////////

Een eenvoudige oplossing om te schatten hoeveel groter de beschermde luchtinlaat moet zijn kan door gebruik te maken van een vermenigvuldigingsfactor. Deze factor (M_f) kan afgeleid worden van de weerstandscoefficiënt (k) door middel van volgende formule:

$$M_f = \sqrt{k}$$

In het geval de weerstandsfactor onbekend is, kan de vermenigvuldigingsfactor geschat worden als het omgekeerde van de doorlaatbaarheid (porositeit) (bijv. voor een gebruikelijk windbreeknet is de factor 3-5 in overeenstemming met de doorlaatbaarheid van respectievelijk 20 tot 30%).

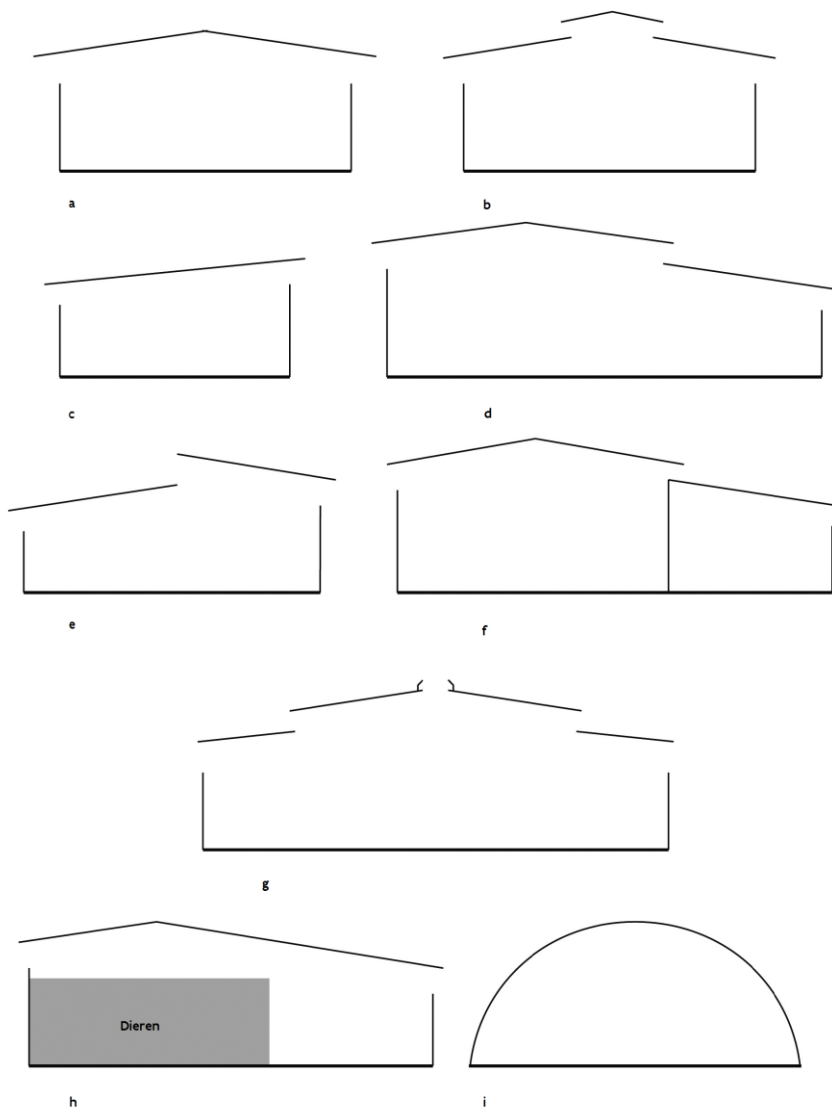
Een andere mogelijkheid om een gereduceerde en meer uniforme luchtcirculatie in het gebouw te verkrijgen bestaat er in om gegroefde of geperforeerde daken toe te passen. Deze oplossing moet gezien worden als complementair aan, niet als alternatief voor ramen en geschikt voor grote gebouwen of gebouwen met onvoldoende openingen en waarbij de luchtverdeling in de binnenruimte problematisch zou zijn.

De stroom en de verdeling van de verse lucht in een gebouw is efficiënter in smalle gebouwen en wanneer de hoofdas van het gebouw loodrecht staat op de heersende windrichting. In Figuur 65 worden enkele typische schema's weergegeven. Gebouwen met een spanwijdte van meer dan 18 m zouden extra openingen in het dak moeten hebben (situatie b, d en g). Situatie a is in het algemeen geen goede oplossing is door het risico op condensatie en slechte verdeling van verse lucht. Gebouwen met verschillende dakhellingen (situatie e) en zonder windafleiders zijn te vermijden aangezien wind uit tegengestelde richting de uitstroom van uitgaande lucht kan hinderen. Gebouwen met binnenmuren (situatie f), of met andere obstakels (situatie h) die de luchtstroom hinderen, zijn niet aan te raden. In grote gebouwen, of in gevallen met niet-conforme luchtverdeling, zijn extra dakopeningen, of mechanische ventilatie noodzakelijk. Gebouwen met een enkele dakhelling (situatie c), hoewel volledig open aan een zijde hebben een opening aan de tegenoverliggende zijde nodig wanneer ze breder zijn dan 8 tot 10 m (vooral in een warm klimaat). Zo'n stal mag in geen geval breder zijn dan 12 m.

Tunnelvormige gebouwen (situatie i) moeten voldoende zijdelingse openingen hebben, en mogen in geen geval zo lang zijn dat een efficiënte luchtstroom in de lengte onmogelijk is.

Aangezien op het vlak van ventilatie de wind de meest relevante factor is, is de oriëntatie van het gebouw van even groot belang. Echter, aangezien de windrichting en -intensiteit variabel zijn, is het aangewezen om ook openingen aan de andere zijde dan deze aan de kant van de overheersende windrichting te voorzien, zeker in grote stallen.

Bij lage windsnelheid dragen open doorgangs- en toegangsdeuren voor een belangrijk deel bij aan de luchtuitwisseling en -verdeling. Interne luchtsnelheid en -verdeling hangen ook af van de vorm van de inlaatkleppen, aangezien de binnenkomende luchtstroom naar boven of naar beneden kan gericht zijn door de ventilatiekleppen anders te richten. De mogelijkheid voor deze aanpassingen is belangrijk in het vermijden van koude tocht dicht bij de dieren.



Figuur 65: Gebouwen met verschillende types van natuurlijke ventilatie.

3.7.2.2 Mechanische ventilatie

In melkveestallen wordt mechanische ventilatie zelden toegepast omwille van de kostprijs en het feit dat melkvee brede temperatuurschommelingen tolereren. Dit systeem wordt het vaak geassocieerd met warme stallen (waarin ventilatie een hoge mate van controle vraagt) en kan bruikbaar zijn wanneer het luchtvolume dat moet ververst worden klein is (zoals in warme stallen in een koud klimaat of kleine afgesloten ruimtes) en wanneer de energiekost laag is.

Een oplossing die in de VS werd geïntroduceerd is de “tunnelventilatie” die wordt verkregen door het plaatsen van grote ventilatoren, met potentieel grote luchthoeveelheden, in een kopgevel van een stal, met als gevolg een luchtstroom in lengterichting vanuit een inlaat aan de tegenovergelegen kopgevel.

////////////////////////////////////

Sommige onderzoeken tonen aan dat het mogelijk is om de temperatuurverschillen tussen binnen en buiten te reduceren op het hoogst van de dag, er kan bovendien een verkoelende luchtstroom op dierniveau worden gecreëerd. Deze oplossing is enkel toepasbaar in specifieke stalcondities (een gebouw dat niet te breed of te lang is en met de juiste vorm) en vraagt een nauwkeurig ontwerp. Een tussenoplossing tussen natuurlijke en mechanische ventilatie die eerder werd vernoemd is de automatisch gecontroleerde natuurlijke ventilatie.

3.7.2.3 Minimumventilatie in een koud winters klimaat

Er is steeds een minimaal ventilatievolume vereist, zelfs in een koud klimaat ongeacht de buitentemperatuur. Dit minimumvolume is noodzakelijk zowel in warme als in koude stallen. Bovendien moet de minimumventilatie continu gehandhaafd worden om een voldoende verdunde stallucht te verkrijgen en om de concentratie van contaminanten op minimum niveau te houden. De minimumventilatie hangt af van de weersomstandigheden, het ontwerp, het aantal en het type dieren in het gebouw, hun leeftijd en hun afmetingen en of de stal warm of koud van aard is. De benodigde luchtstroom kan berekend worden door gebruik te maken van de formule:

$$V = X\Delta x^{-1}$$

Waarin:

V = nodige luchtvolume (m³/s)

X = hoeveelheid contaminanten of schadelijke gassen die per uur geproduceerd worden in de stal (g/h)

Δx = het verschil in inhoud van deze elementen (g/m³) tussen de binnen- en de buitenlucht

Over het algemeen is de waterdamp in de lucht het eerste gas dat het kritische niveau bereikt. Als de temperatuur daalt, moet het ventilatievolume verhogen om een te hoge relatieve luchtvochtigheid te vermijden. Maar in dichte geïsoleerde gebouwen in een heel koud klimaat, of bij het mixen van mest onder roostervloeren, kunnen andere schadelijke gassen de aanbevolen drempel overtreffen. Om een efficiënt schoorsteeneffect te verkrijgen moet de open nok beschermd worden met schotten, die zullen helpen om een zuigefect door de wind te creëren. Bovendien moeten, om tocht rond de dieren te vermijden, inlaatopeningen die niet door windbrekers worden beschermd zich minstens 2 m boven het vloeroppervlak bevinden. Bij een heel koude buitentemperatuur en als de ligruimte zich net onder de opening bevindt, kan het risico op koudeval op de dieren vermeden worden het plaatsen van schotten die de lucht van de dieren weg leiden.

De minimumventilatie is in natuurlijk geventileerde stallen moeilijker te regelen. Bij mechanische ventilatie moeten het controle systeem en de ventilatoren in overeenstemming zijn met het berekende ventilatiedebiet voor het desbetreffende stalsysteem.

3.7.2.4 Ventilatie in een heet zomers klimaat

Ventilatie in de zomer moet doorgaans zo hoog mogelijk zijn om de door de dieren geproduceerde warmte af te voeren. Het is wenselijk om de binnentemperatuur zo laag mogelijk te houden en tegelijkertijd de luchtsnelheid in het gebouw te verhogen en de afvoer van warmte van de dieren (door straling en transpiratie) te ondersteunen. Dit resultaat moet verkregen worden door alle openingen in de vier zijden van de stal maximaal te openen (met aandacht voor tocht wanneer de buitentemperatuur daalt).

Gedurende de warmste uren van de dag is het temperatuurverschil tussen de binnen- en de buitentemperatuur vaak te laag (vaak zelfs negatief als gevolg van interne evaporatie) waardoor het

schoorsteeneffect niet effectief is. Hierdoor wordt het windeffect de enige bron van luchtuitwisseling, door de verticale openingen die aan de wind onderhevig zijn. In heel warme periodes is het uiterst belangrijk om maximaal gebruik te maken van het dalen van de temperatuur gedurende de nacht.

3.7.2.5 Minimum luchtvolume

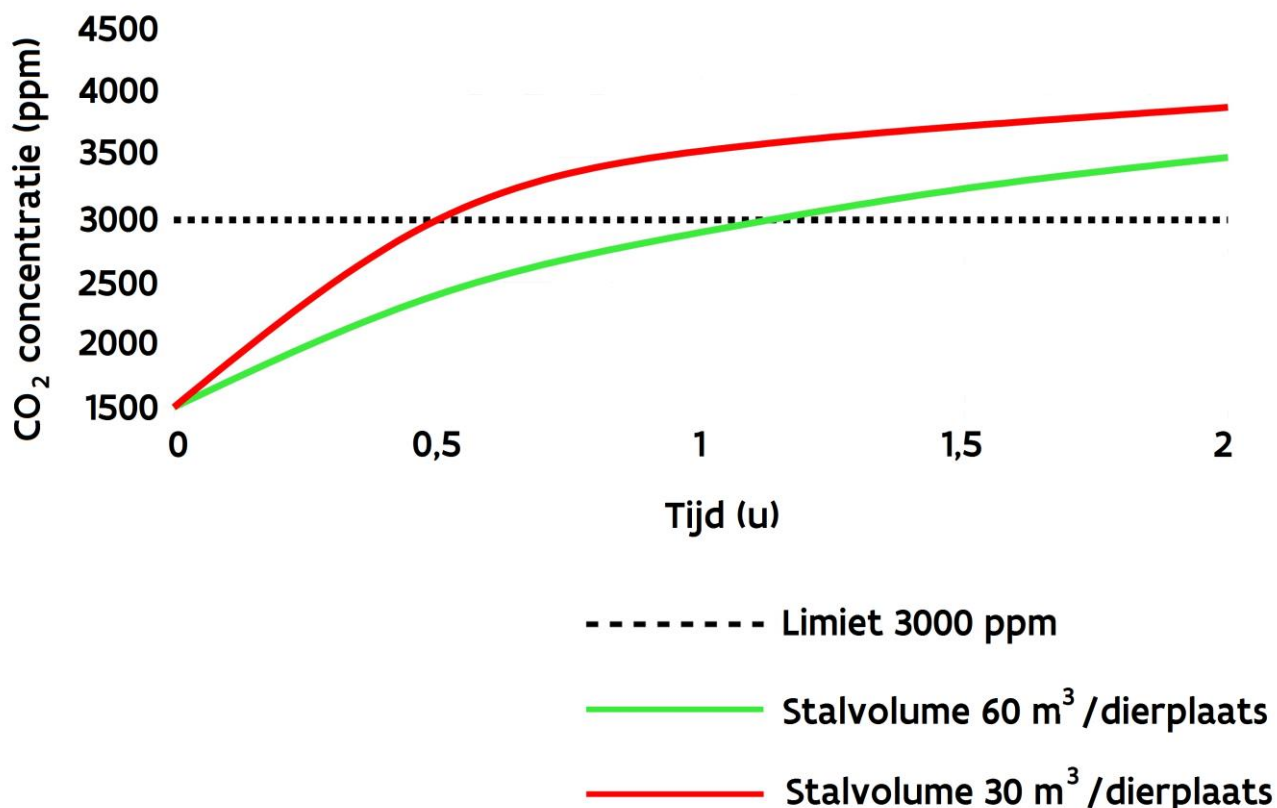
Het luchtvolume dat per dier beschikbaar is in een gebouw (statisch luchtvolume) kan een belangrijke invloed hebben op de luchtkwaliteit aangezien de minimum ventilatie sterk kan fluctueren. De concentratie van luchtcontaminanten in een stal wordt bepaald door de ventilatie en door de productie van deze contaminanten. Door de ventilatie te verminderen stijgt de concentratie. In gebouwen met een groot volume verloopt deze verhoging langzamer dan in gebouwen met weinig volume (zie Figuur 66). Bijkomend effect is dat de variatie in gasconcentratie gedurende de dag vermindert. Met andere woorden de concentratie van gas, stof en micro-organismen en de variabiliteit gedurende de dag kan beperkt worden door verdunning (buffereffect). Bovendien kan de inertie van de luchtmassa helpen om de klimaatparameters stabiel te houden.

De gasconcentratie in niet-stabiele omstandigheden kan berekend worden door:

$$c = \left[\frac{X}{V} + c_a \cdot 10^{-6} - \frac{X - V(c_0 - c_a) \cdot 10^{-6}}{V} e^{-\frac{V \cdot 3600}{vol} t} \right] \cdot 10^6$$

Waarin:

- c = gasconcentratie na tijd t (ppm)
- t = tijd (h)
- X = hoeveelheid geproduceerd gas (m³/s)
- V = ventilatiedebiet (m³/s)
- c_a = gasconcentratie in de buitenlucht (ppm)
- c₀ = gasconcentratie in het gebouw bij het begin (t = 0) (ppm)
- vol = luchtvolume van het gebouw (m³)



Figuur 66: Hoe kleiner het stalvolume hoe sneller de CO₂-concentratie stijgt nadat het ventilatiedebiet is verlaagd van 160 m³/h naar 50 m³/h per dier.

3.7.3 Vermindering van hittestress

Hittestress is een van de grootste problemen waarmee in een warm klimaat rekening moet worden gehouden, in het bijzonder bij hoogproductieve koeien. De mogelijkheden om de negatieve gevolgen te beperken door middel van het gebouw en het stalontwerp kunnen onderverdeeld worden in twee categorieën: de “actieve” en de “passieve” middelen.

3.7.3.1 Passieve middelen

De passieve middelen zijn gelinkt aan het ontwerp en het management van de stalstructuur. Het belangrijkste doel is de natuurlijke ventilatie maximaliseren, niet enkel op het vlak van luchtuitwisseling, maar ook op het vlak van luchtsnelheid op dierniveau. Dit kan verkregen worden door een correcte dimensionering, plaatsing en oriëntatie van de openingen. Het is te verkiezen om de oriëntatie te richten naar de heersende wind in de zomer, en tegelijkertijd hindernissen die de windstroom beperken of afleiden te vermijden. Er moet een afstand van minimum 20 m tussen de stal en bomen of andere gebouwen vrijgehouden worden, maar deze waarde moet verhoogd worden wanneer de bovenwindse structuren langer zijn dan 25 m of hoger zijn dan 6 m (bijv. 30 m indien langer dan 120 m of hoger dan 9

m). In het algemeen is een hoger gelegen, maar niet té blootgestelde locatie ideaal als locatie voor een gebouw.

Een ander doel is de zonnewarmte te minimaliseren, zowel de directe (rechtstreeks op de dieren) als de indirecte straling (met invloed op de interne omgeving door de openingen en transparante oppervlakken). Directe instraling kan vermeden worden door voldoende en aangepaste schaduw te voorzien naast de correcte oriëntatie van openingen en doorschijnende bouwmaterialen. Als algemene regel geldt dat rechthoekige gebouwen om zonnestraling te reduceren met de lengteas in de oost-west richting gepositioneerd worden. In die situatie is één lange muur altijd in de schaduw en ontvangt de tegenoverliggende muur zonnestralen in een schuine hoek (minder effectief) en kan deze gedeeltelijk in de schaduw zitten door overhangende dakranden. De oostelijke en westelijke muren (kopgevels) ontvangen zonnestralen in een rechte hoek en kunnen door bomen en andere gebouwen schaduw ontvangen. Kunststof netten en volwassen bomen kunnen in uitlopen schaduw geven.

Het gebruik van isolatie in de meest blootgestelde oppervlaktes is een andere manier om hittestraling op de dieren van door de zon opgewarmde oppervlakken (in de praktijk zijn dit de daken) te verminderen. Daarbovenop kunnen reflecterende materialen of kleuren op aan de zon blootgestelde oppervlakken ook nuttig zijn, maar deze reflecterende eigenschappen gaan na verloop van tijd verloren. Heel hoge en hellende daken kunnen een alternatief zijn voor geïsoleerde daken om de straling op de dieren eronder te verminderen.

Het kan ook belangrijk zijn om straling afkomstig van rond het gebouw gelegen en aan de zon blootgestelde oppervlakken (voornamelijk verharde grond) te voorkomen. Dit kan verkregen worden door schaduw te voorzien op deze oppervlakken of, eenvoudiger, verharde terreinen waar mogelijk te vermijden.

Ventilatie is een andere belangrijke manier om hittestress te verminderen omdat dit het hitteverlies van de dieren door convectie en transpiratie kan verhogen. Daarom kan het bij heet weer nuttig zijn om het gebouw zo veel mogelijk te openen zodat het dienst kan doen als een zonnenscherm. In gebouwen waar er geen openingen kunnen gecreëerd worden of waar obstakels voor openingen niet kunnen worden verwijderd, kan bijkomende koeling geplaatst worden.

Algemeen gesteld is een aangepaste oriëntatie van een gebouw een fundamenteel onderdeel van het ontwerp. Met dit doel voor ogen moeten zowel de blootstelling aan de zon als aan de wind samen worden bekeken om een goede bescherming tegen zonnestraling te bieden en een goede ventilatie te hebben. Vaak zal een compromis tussen deze twee een optimale oplossing bieden.

Een positief effect kan verkregen worden door een ligplek te voorzien met materiaal dat een hoge thermische geleidbaarheid heeft, zo kan het gebruik van zand (of aarde) als strooisel i.p.v. stro of synthetische matrassen de warmteafgifte van de dieren gevoelig verhogen.

3.7.3.2 Actieve middelen

De actieve middelen, uitgaande van mechanische ventilatie, zijn:

- a) De luchtsnelheid verhogen door ventilatoren die direct op de dieren zijn gericht
 - b) Koeling van de lucht door evaporatie van water (adiabatische koeling)
 - c) Koeling van de dieren door water te vernevelen of te sproeien op de lichamen en lucht te blazen met ventilatoren.
- a) De lucht die door de ventilatoren in beweging wordt gebracht verhoogt de warmteafgifte van de dieren, zowel door convectie als door transpiratie (zie hoofdstuk 2.3). deze procedure is effectief bij een temperatuur van 23-24° C en hoger. De ventilatoren bestaan in twee types: “laag volume (kleine diameter) en hoge snelheid” met een horizontale as, en “hoog volume en lage snelheid”,

////////////////////////////////////

met een verticale as. Het eerste type moet gericht zijn naar de dieren. Het levert een hogere luchtsnelheid (het effect vermindert naarmate de afstand groter wordt) en werkt op een kleinere oppervlakte. De ideale oriëntatie is in dezelfde richting als de heersende windrichting in de zomer. Normaal gezien is dit het meest effectieve systeem als de ventilatoren hoog genoeg hangen om een “scherm” effect als gevolg van de dieren die opeengepakt staan te voorkomen. Bij het tweede type hangen de ventilatoren over het algemeen net onder het dak. Ze produceren een lagere luchtsnelheid en bereiken ze een grotere oppervlakte als ze op een grotere afstand tot de vloer worden opgehangen. Dit systeem kan geschikt zijn voor grote en niet rechtlijnige ruimtes (bijv. ligruimtes en separatuurruimtes) op voorwaarde dat er geen obstakels op grondniveau zijn die dit effect verminderen.

Zoals vermeld in hoofdstuk 2.3 is deze techniek beperkt tot de maximale graad van natuurlijke warmteafgifte door transpiratie van de huid van het dier. Op die manier kan de evaporatie van extra water gebruikt worden om de winst door koeling te verhogen.

- b) De adiabatische verdampingskoeling wordt verkregen door water te vernevelen (met hoge druk verneveltoestellen) vóór ventilatoren die lucht in de richting van de dieren blazen. Op deze manier wordt reductie van de luchttemperatuur verkregen door de verdamping van water. De capaciteit om waterdamp te absorberen is het grootst wanneer de relatieve vochtigheid het laagst is. Daarom is deze techniek uitsluitend geschikt voor melkveehuisvesting in een droog klimaat. Het voordeel van reductie van de luchttemperatuur wordt verwaarloosbaar bij een relatieve luchtvochtigheid hoger dan 45%, in feite wordt langs de ene kant de afgifte van voelbare warmte verhoogd, maar aan de andere kant wordt de natuurlijke transpiratie verlaagd. De voordelen van dit systeem zijn dat een substantiële reductie van de temperatuur kan verkregen worden in een droog klimaat met een minimaal gebruik van water en dat het geschikt is voor een omgeving waar sproeiers niet kunnen gebruikt worden om de vloer nat te maken (bijv. ingestrooide vloeren). De keerzijde is dat de efficiëntie kan verminderen als het water niet volledig verdampt, omdat waterdruppels voor een isolerende laag op het haarkleed kunnen zorgen. Verder kan het koelend effect onder winderige omstandigheden verspreid worden tot buiten de stal.
- c) Water op de dieren vernevelen of sproeien door middel van sproeikoppen op lage druk en met ventilatoren die lucht op de lichamen blazen om de verdamping te verhogen lijkt de meest effectieve oplossing te zijn om hittestress bij melkkoeien te verminderen, vooral in een warm en vochtig klimaat. Met deze techniek wordt niet enkel het natuurlijk mechanisme van warmte verspreiding door het lichaam van het dier geactiveerd, maar een belangrijk bijkomend effect wordt verkregen door de verdamping van het extra water dat op de dieren wordt gespreid (dit kan oplopen tot 10 keer de natuurlijke verdamping). Zowel de hoeveelheid water die gespreid wordt op het dier als de luchtsnelheid rond het lichaam zijn cruciaal. Het gebruik van nevel (kleine druppels) heeft het voordeel dat er water wordt bespaard en dat de vloer minder nat wordt. Sproeien (grotere druppels) is effectiever omdat het meer verdamping genereert en een effect heeft op lange termijn.

Het ontwerp van deze systemen (op het vlak van de keuze van de sproeikoppen of sproeiers, het aantal en de plaatsing, het type en de plaatsing van de ventilatoren) en hun optimalisatie (duur en interval van sproeien) is complex. Dit hangt af van: het klimaat (luchttemperatuur, relatieve vochtigheid en luchtsnelheid), dieren (ras, productieniveau, hygiëne en gezondheid) en huisvesting (op het vlak van oppervlakte, vloertype, capaciteit van de mestput, enz.)

Wat dit laatste aspect betreft, heeft ervaring getoond dat het uitbreiden van deze toepassing tot ruimtes buiten de voedergang te overwegen is. Een ander punt is de wachtruimte voor het melken, waar de dieren extra gestrest zijn door de beperkte ruimte en de tijd die ze daar doorbrengen. Een andere mogelijkheid is de rustruimte, waar veel aandacht moet besteed worden aan het droog houden van de vloer. Algemeen gesteld kunnen de ventilatoren geactiveerd worden bij een temperatuur van 23-25° C en de sproeiers bij een temperatuur van 25-27° C en hoger.

3.8 VOORZIENINGEN VOOR KALVEREN EN JONGVEE

3.8.1 Inleiding

In de melkveehouderij worden kalveren over het algemeen kort na de geboorte gespeend (gescheiden van de moeder). De kalveren worden dan individueel of in groep gehuisvest, afhankelijk van het door de melkveehouder gekozen managementsysteem. Kalveren kunnen individueel gehuisvest worden gedurende enkele dagen of voor enkele weken (2 tot 8 weken).

Europese regelgeving (EEC directieve 91/629, EU directieve 97/2) bepalen de minimumvoorwaarden waaraan de uitrusting, de installaties en het managementsysteem voor kalveren moet voldoen.

De belangrijkste voorwaarden in de directieve zijn:

- Groepshuisvesting na een leeftijd van 8 weken is verplicht, behalve om diergeneeskundige redenen.
- De breedte van individuele hutjes moet gelijk zijn aan de hoogte van de dieren, en de lengte moet gelijk zijn aan de lengte van het dier vermenigvuldigd met 1,1.
- Afscheidingen tussen hutjes moeten open zijn om visueel en lichamelijk contact tussen de dieren toe te laten.
- Bij dieren in groep moet de vrije oppervlakte per dier 1,5 m² zijn bij dieren van minder dan 150 kg, 1,7 m² voor dieren met een gewicht van meer dan 150 kg, maar minder dan 220 kg en 1,8 m² gewicht van meer dan 220 kg.
- Het hok en de hokuitrusting moeten zo gebouwd zijn dat elk dier zich kan strekken, kan rusten, kan rechtstaan en zich kan verzorgen zonder enige moeilijkheden.
- Er moet strooisel voorzien worden bij dieren die jonger zijn dan 2 weken.
- Kalveren mogen niet vastgebonden zijn, behalve als ze in groep zitten gedurende één uur tijdens het voeren.
- Bij het gebruik van mechanische ventilatie moet er een nood- en een alarmsysteem worden geïnstalleerd.
- De dieren permanent in het donker huisvesten is verboden. Er moet natuurlijk of kunstmatig licht worden voorzien.
- Kalveren moeten twee keer per dag worden gevoederd.
- Kalveren moeten toereikend vezel en genoeg ijzer gevoederd worden.
- Kalveren ouder dan 2 weken moeten permanent toegang hebben tot vers water.

Deze regelgeving wordt niet opgelegd aan bedrijven met minder dan 6 kalveren en als de kalveren bij de moeder blijven om melk te krijgen.

Het huisvestingstype voor vervangingsvaarzen zal afhangen van een reeks factoren met inbegrip van de geografische locatie, de beschikbaarheid van stro, de grootte van de eenheid en het type huisvestingssysteem dat gebruikt wordt voor de melkkoeien.

3.8.2 Huisvesting voor kalveren

3.8.2.1 Individuele huisvesting –iglo's

Algemeen, behalve als er gebruik gemaakt wordt van geprefabriceerde iglo's, moet de iglo de volgende afmetingen hebben: een lengte van 2 m, een breedte van 1,5 m en een hoogte van 1,5 m. Bovendien moeten iglo's een uitloop van 2 m² hebben die omgeven wordt met netten van metaaldraad of een omheining. Er moet ook een ophangstelsel voor een emmer voor melk en droog voeder aanwezig zijn, en eventueel ook een hooirek. Er moet strooisel zoals stro, houtkrullen, zaagsel, versnipperde kranten, enz. voorzien worden. Dit moet dik genoeg zijn om een aangename ligomgeving te creëren. Het strooisel moet droog en proper zijn, en onmiddellijk worden verwijderd nadat het kalf definitief heeft verlaten.



Figuur 67: Individuele kalveriglo.

Het gebruik van doorschijnend of doorzichtig kunststof materiaal in de constructie van de iglo moet vermeden worden, om te vermijden dat er een "serre-effect" zou optreden waardoor de iglo opwarmt (met mogelijk hittestress tot gevolg). Daarom worden synthetische ondoorzichtige en reflecterende (lichtgekleurde) materialen aanbevolen. Ze kunnen ook gebouwd worden met houten of multiplex panelen.

De opening mag niet naar de heersende windrichting gericht zijn, om te voorkomen dat wind (tocht) en eventueel regen de hut binnendringt. In veel West-Europese landen is een zuidoostelijke oriëntatie het meest geschikt.

Iglo's moeten op een goed doorlaatbare ondergrond worden geplaatst, maar met inachtneming van lokale waterwetgeving. Dit kan betekenen dat de iglo's moeten geplaatst worden op een laag zand van 15 cm dat na gebruik moet worden afgegraven om het risico op besmetting te voorkomen. Als de iglo's op beton worden geplaatst, voor gebruiksgemak en om het reinigen en desinfecteren gemakkelijker te maken, dan is het noodzakelijk om de vloestoffen afkomstig van de hutten op een correcte manier op te vangen en op te slaan, dit om vervuiling tegen te gaan en om in regel te zijn met de lokale wetgeving.

In heet weer is het aangeraden om schaduw aan de iglo's te voorzien (een fysieke afscherming, bomen of andere gebouwen) om de negatieve effecten van hoge temperaturen te vermijden. Gedurende de winter kan het nuttig zijn om de gevolgen van heel koude temperaturen te voorkomen.

3.8.2.2 Individuele huisvesting-hutjes

Een "nursery" is een deel van een gebouw dat uitsluitend voorbehouden is voor pasgeboren kalveren. Het wordt toch aangeraden dat kalveren in individuele hutjes worden gehouden, minstens gedurende de eerste 2 à 3 weken na hun geboorte, waardoor de controle van de dieren gemakkelijker kan gebeuren. In biologische productie is het individueel huisvesten beperkt, bijv. niet toegestaan vanaf een leeftijd van 1 week.

Gebruikelijke afmetingen voor hutjes zijn 0,90-1,00 m x 1,50-1,60 m. De afmetingen moeten overeenstemmen met de afmetingen en de leeftijd van het kalf. Hutjes met een geperforeerde vloer en een dikke laag strooisel, moeten minimaal 300 mm boven de grond worden geplaatst, dit zal de drainage en het afvoeren van urine vergemakkelijken, net als het regelmatig schoonmaken van de vloer. In koude stallen moet de dikte van het strooiselpakket verhoogd worden om tocht rond de kalveren te voorkomen.

Demonteerbare hutjes zijn commercieel beschikbaar, of kunnen door de melkveehouder zelf worden gemaakt, d.m.v. multiplexplaten voor de wanden en hardhout voor de (geperforeerde) vloer. De vloer moet bedekt worden met een dikke laag van droog en proper strooisel. Aan de voorkant moeten voorzieningen voor emmers (voor melk en voeder) worden aangebracht.



Figuur 68: Individueel kalverhutje

Als kalveren gedurende enkele maanden op eenzelfde locatie worden gehuisvest is het absoluut noodzakelijk dat de doorgangen een stevige ondergrond bieden zodanig dat de hoeven stevig blijven en in goede conditie worden gehouden. Het oppervlak mag niet te ruw zijn, maar moet uitglijden verhinderen.

Met het oog op de arbeidskost kan de dichte vloer vervangen worden door een roostervloer, op voorwaarde dat de roosteropening geschikt is voor de leeftijd van de dieren en overeenstemt met de plaatselijke regelgeving.

Tabel 14: Karakteristieken voor groepshuisvestingshokken.

Duur van opstallen	Afmetingen van het dier		Volledig ingestrooid (m ² /kalf)	Ligruimte en doorgang op dichte- of roostervloer		Voederbaklengte per kalf (m)
	H (m)	L (m)		Ligruimte (m ² /kalf)	Diepte van de doorgang (m)	
Tot spenen < 100 kg	0,90	0,84	1,6	1,2	1,0	0,35
Van spenen tot 3- 5/6 maanden (100-250 kg)	1,09	1,17	Niet aangewezen om overdreven groei van de hoeven te voorkomen	2,5-3,2	1,4-1,5	0,45

3.8.2.7 Ligboxen

Ligboxen vragen een goed management voor kalveren jonger dan 6 maanden.

3.8.2.8 Volle roostervloer

Volroostervloeren worden niet aangeraden voor kalveren van melkkoeien en vervangvaarzen.

3.8.2.9 Bindstallen

Bindstallen zijn voor kalveren verboden door een EU-richtlijn en worden niet aangeraden in de landen waar ze niet verboden zijn.

3.8.3 Voedersystemen

Kalveren kunnen ofwel manueel ofwel met behulp van een kalverdrinkautomaat worden gevoederd. Bij manuele voeding moeten kalveren gehouden worden in groepen van 8 tot 10 dieren en moeten minstens twee keer daags gevoederd worden. Aan de voederkrib of aan de voorkant van het hok kunnen afscheidingen voorzien worden om de kalveren te scheiden en competitie voor het voeder te

vermijden. Kalveren mogen maar 1 uur immobiel worden gehouden. Als alternatief kunnen voederemmers worden gebruikt.

Bij een kalverdrinkautomaat kunnen kalveren in groepen van ongeveer 30 dieren worden gehouden, maar het wordt aangeraden om groepen van een tiental dieren te vormen. Over het algemeen hebben automatische melkverdelers 2 melkverdelers (spenen), en kan elk apparaat tot 30 kalveren bedienen. De kalveren moeten verdeeld worden in groepen van gelijke leeftijd, op die manier worden problemen met hiërarchie en gezondheidsproblemen binnen de groep vermeden. Kalveren krijgen een melkvervanger volgens hun behoefte of ad libitum. Bij automatische systemen dragen de dieren vaak een transponder rond de hals of in een oormerk, zodat de machine de dieren herkent en de melkopname controleert en bijhoudt. De automatische melkverdelers moeten op een droge, propere en vorstvrije locatie worden geplaatst die bovendien gemakkelijk toegankelijk is.

3.8.4 Ventilatie

Voor het houden van kalveren wordt natuurlijke ventilatie in koude stallen aangeraden. In sommige gevallen zijn warme stallen het meest geschikte systeem om een goede omgeving voor de dieren te creëren en om ziektes en sterven van de dieren te voorkomen.

a) Diepstrooisel

Voor kalveren die gehuisvest worden in een diepstrooiselstal of op een stropakket wordt een koude stal aanbevolen om een goed klimaat voor de dieren te creëren. Een openfrontstal met goede oriëntatie, in functie van de heersende windrichting en de blootstelling aan de zon, geniet de voorkeur. Beweegbare gordijnen of schermen in de tegenoverliggende muur zijn noodzakelijk om te vermijden gedurende de winter en om hittestress in de zomer te voorkomen.

b) Roostervloer

Hoewel roostervloeren niet aangeraden worden, kan het als ze toch worden toegepast in een koud klimaat noodzakelijk zijn om verwarming en mechanische ventilatie te voorzien om een goed klimaat voor de dieren te verkrijgen. Muur- en plafondisolatie, in combinatie met het bovenstaande, kan helpen in het voorkomen van lage temperaturen en hoge relatieve luchtvochtigheid. Tijdens hete dagen, kunnen mechanische ventilatie en thermische isolatie helpen bij het in stand houden van een acceptabele staltemperatuur.

3.8.5 Huisvesting voor jongvee

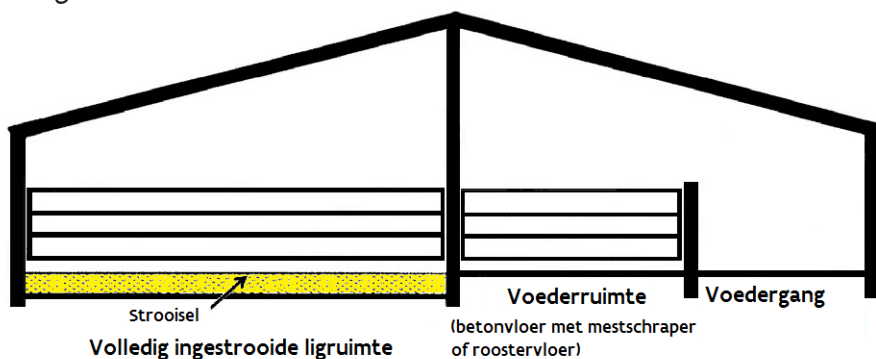
Algemeen gesteld kunnen de huisvestingssystemen die besproken worden in hoofdstuk 3.1 en 3.2 ook gebruikt worden voor jongvee. Vaak is de huisvesting van jongvee aangepast aan het systeem waarin de koeien later ook verblijven.

ligboxenstallen kunnen gebruikt worden voor jongvee als er geen of slechts een beperkte hoeveelheid stro beschikbaar is. Als voldoende stro aanwezig is bevat een typische stal een ingestrooid liggedeelte en een niet-ingestrooid gedeelte aan de voedergang en aan doorgangen die ofwel uit dichte vloer of uit roostervloer kunnen bestaan. Stallen met hellende vloeren waarbij de dieren het vuile strooisel naar beneden bewegen waar het kan verwijderd worden, zijn geschikt voor vaarzen, maar niet om te dekken. Dieren vastbinden wordt in sommige landen nog toegepast als managementsysteem voor kalveren, maar deze vorm van huisvesting is niet aan te raden.

3.8.5.1 Strotaal met voederruimte uitgerust met dichte- of roostervloer

In dit staltype komen de dieren om te eten op een oppervlakte die bestaat uit dichte vloer of uit roosters. Bij dichte vloer wordt de ruimte schoongemaakt door een elektrisch, hydraulisch of tractor

aangedreven schraper. Bij het gebruik van een tractor moeten extra hekken worden voorzien om de dieren in het ingestrooide gedeelte te houden tijdens het reinigen. Dit ontwerp heeft als voordelen dat er een beperkt stroverbruik is en dat de geometrie van het voederhek ongewijzigd blijft wanneer het stropakket hoger wordt tijdens de huisvestingsperiode. Strogebruik ligt in de orde van grootte van 4 tot 6 kg per dier per dag. Zowel vaste als vloeibare mest wordt in dit systeem geproduceerd. Bij het gebruik van roosters aan het voederhek moet erop gelet worden om de hoeveelheid stro die in de put komt te minimaliseren, om problemen met het mixen van de mest te vermijden. Figuur 70 toont een dwarsdoorsnede. Een buitenbeloop kan aangeboden worden als extra loopruimte, zodanig dat een stal met meerdere functionele zones ontstaat. De minimale ruimtebehoeften voor varzen worden weergegeven in Tabel 15.



Figuur 70: Strostal met betonnen voederruimte.

Tabel 15: Minimale oppervlakte-eisen voor varzen in strossallen met beton- of roostervloer, korte of lange voederruimte (in systeem met 2 functionele ruimtes).

Gewicht van het dier (kg)	L (m)	H (m)	W (m)	PW lang (m)	PW kort (m)	LA ₁ lang (m ²)	LA ₂ kort (m ²)	Totale oppervlakte (m ²)	TL (m)
150-249	1,17	1,09	0,35	2,24	1,40	3,00	3,40	4,00	0,42
250-349	1,31	1,19	0,42	2,58	1,57	3,80	4,30	5,10	0,50
350-449	1,42	1,27	0,47	2,83	1,70	4,50	5,10	6,10	0,56
450-549	1,51	1,33	0,52	3,06	1,81	5,10	5,90	7,00	5,62
>550	1,59	1,38	0,55	3,23	1,91	5,60	6,40	7,70	0,66

Lange voederstand = ontworpen en gedimensioneerd om tweerichtingsverkeer achter een vretend dier in de doorgang mogelijk te maken.

Korte voederstand = ontworpen en gedimensioneerd om een vretende koe te laten staan, het koeverkeer achter de vretende koe verloopt over het ingestrooide deel.

PW lang = breedte van de doorgang bij een lange stand = $1,2 L + 2,4 W$

PW kort = breedte van de doorgang bij een korte stand = $1,2 L$

LA₁ lang = ligruimte bij een lange stand = $(H + W) \times (1,05 L + 0,48 H + W)$

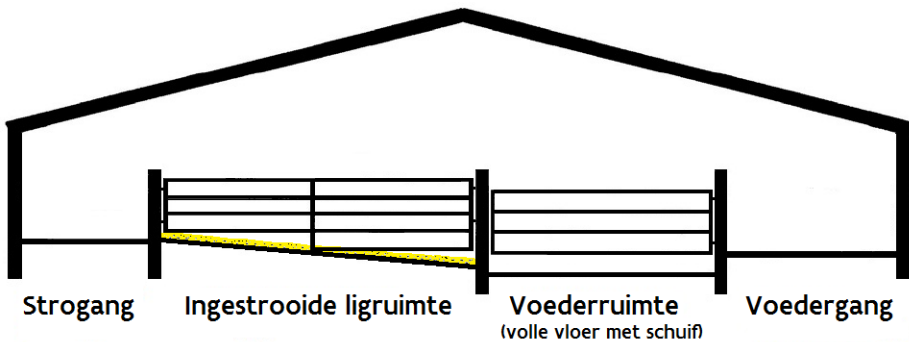
LA₂ kort = ligruimte bij een korte stand = $LA_1 + (1,2 W \times 2,4 W)$

TL = lengte van de voederbak = $1,2 W$

Totale oppervlakte = ligruimte + oppervlakte aan het voederhek, afhankelijk van de breedte van de doorgang.

3.8.5.2 Strostal met hellende betonvloer

Deze vorm van huisvesting vergt regelmatig verwijderen van mest, maar de dagelijkse strobehoefte kan beperkt blijven tot 3 à 5 kg per dier per dag. De vloer ligt in een helling van 8 tot 10%. Het systeem werkt volgens het principe dat door de beweging van de dieren de mest de helling afschuift waar hij door een schraper wordt verwijderd. Een doorsnede van een klassiek ontwerp wordt weergegeven in Figuur 71. Minimum ruimtebehoeften zijn te vinden in Tabel 16.



Figuur 71: Strostal met hellende betonvloer.

Tabel 16: Minimale oppervlakte-eisen voor vaarzen in een strostal met hellingsvloer (gebaseerd op CIGR standaardafmetingen voor Holstein vaarzen).

Gewicht (kg)	Afmetingen van het dier			Ligruimte
	L (m)	H (m)	W (m)	m ² /dier
150-246	1,17	1,09	0,35	3,00
250-349	1,31	1,19	0,42	3,80
350-449	1,42	1,27	0,47	4,50
450-549	1,51	1,33	0,52	5,10
>550	1,59	1,38	0,55	5,60

3.8.5.3 Ligboxenstal

Een ligboxenstal biedt de dieren een veilige individuele ligplek. Dit systeem wordt vaak gebruikt voor melkkoeien en biedt een propere ligruimte zonder de behoefte aan grote hoeveelheden strooisel. Meer aspecten van dit stal ontwerp worden gegeven in Hoofdstuk 3.1.

Een belangrijk knelpunt gepaard met ligboxen voor vaarzen bestaat in het feit dat het moeilijk is om de afmetingen van de ligboxen optimaal te houden wanneer de dieren groter worden. Jongere dieren zijn wendbaarder dan oudere, ligboxen moeten daarom smaller zijn om te vermijden dat vaarzen zich omdraaien in de ligbox en zo komen vast te zitten of de ligplek bevuilen. Tabel 17 toont de minimum ruimtebehoeften gebaseerd op vaarzen van Holstein Friesean in ligboxenstallen.



Tabel 17: Minimale oppervlakte-eisen voor varzen in een ligboxenstal.

Afmetingen van het dier				Lengte						
Gewicht (kg)	L (m)	H (m)	CW (m)	CRL (m)	HS (m)	HLS (m)	CL1 (m)	CL2 (m)	NRH (m)	NRD (m)
150-249	1,17	1,09	0,90	1,24	0,52	0,71	1,76	1,95	0,87-0,98	1,24-1,34
250-349	1,31	1,19	0,99	1,38	0,57	0,77	1,95	2,15	0,95-1,07	1,38-1,48
350-459	1,42	1,27	1,05	1,50	0,61	0,83	2,11	2,33	1,02-1,14	1,50-1,60
450-549	1,51	1,33	1,10	1,60	0,64	0,86	2,24	2,46	1,06-1,20	1,60-1,70
>550	1,59	1,38	1,15	1,68	0,66	0,90	2,34	2,58	1,10-1,24	1,68- 1,78

CW = breedte van de ligbox (vrije ruimte) = 0,83 H
 CRL = lengte van het ligbed = 1,06 L
 HS = kopruimte = 0,48 H
 HLS = kop- en uitvalsruimte = 0,65 H
 CL1 = ligboxlengte (met gedeelde ruimte) = $CRL + HS$
 CL2 = ligboxlengte (niet-gedeelde kopruimte) = $CRL + HLS$
 NRH = hoogte schoftboom = (0,80 tot 0,90) H
 NRD = afstand schoftboom = $CRL + (0 \text{ tot } 0,10)$

3.8.5.4 Bindstallen

Jongvee kan ook gehuisvest worden in bindstallen. Dit kan vooral nuttig zijn als de melkkoeien ook in bindstallen staan. Bindstallen worden echter niet aangeraden voor jongvee. Een gedetailleerd ontwerp voor bindstallen wordt weergegeven in Hoofdstuk 3.2.

3.8.5.5 Buitenbeloop

Het dierenwelzijn en de gezondheid worden positief beïnvloed door het voorzien van een uitloop en/of een weide. Er moet speciale aandacht geschonken worden aan de afmetingen en vloeroppervlakte van een uitloop. Een uitloop voor jongvee tot 200 kg moet minstens 2,2 m² per dier bedragen, voor dieren tot 400 kg is dit 3,1 m² en dieren tot 600 kg hebben 3,7 m² nodig. Vaak wordt twee tot drie keer deze oppervlakte voorzien.

3.9 RUIMTE VOOR CIRCULATIE VAN DIEREN

3.9.1 Loopgangen

Doorgangen verbinden verschillende functionele gebieden zoals plaatsen om te rusten, te eten en te drinken, maar ook verschillende onderdelen van de melkveestal zoals de melkstal,, de ruimte voor droge koeien, jongvee en behandel- en verzorgingsruimtes. Veel van deze gebieden zijn continu toegankelijk voor de koeien in tegenstelling tot de ruimtes die enkel toegankelijk zijn in aanwezigheid van een persoon of als de koeien worden verplaatst. De volgende aanbevelingen gelden voor hoornloos vee. Gehoornd vee heeft echter ongeveer dezelfde oppervlakte-eisen in de loopgangen, behalve als de hoorns heel groot zijn.

Het ontwerp van loopgangen, de constructie ervan en het onderhoud moeten voldoen aan de noden van het dier en van de gebruiker.

De volgende discussie houdt verband met het ontwerp en de constructie van loopgangen doorheen de normale leef- en werkruimtes van een melkveestal. Deze informatie kan ook nuttig zijn bij het ontwerp van specifieke plaatsen voor koeverkeer en fixatie waar bijvoorbeeld koeien in of uit de melkstand, weegtoestellen, klauwbaden of behandelstraten worden geleid. Het is echter essentieel dat bijkomende eisen of ervaringen van fabrikanten en leveranciers van gespecialiseerd materiaal, van experts op het vlak van diergezondheid en van management en van ervaren gebruikers in dit verhaal worden meegenomen.

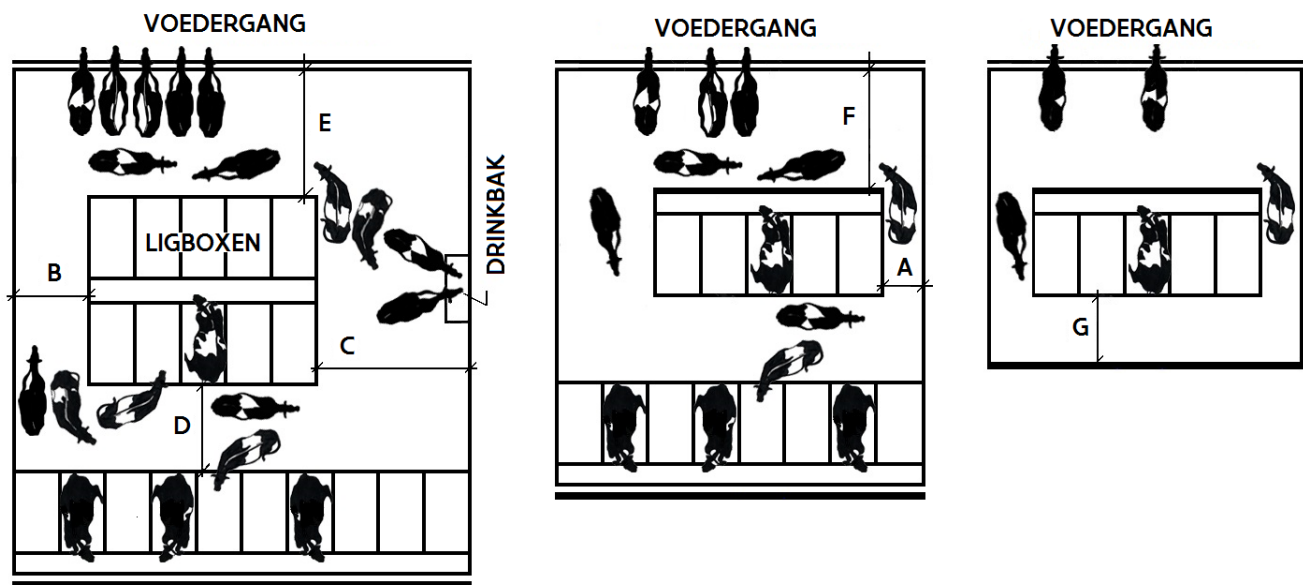
De hier besproken loopgangen, de aanbevolen afmetingen en de regels in deze paragraaf mogen niet verward worden met deze voor meer gespecialiseerd koeverkeer in het bijzonder als koeien moeten geleid worden naar een enkele gang. Deze zijn gewoonlijk onderdeel van speciale zones zoals in- en uitgangen, verzamelruimtes en plaatsen waar dieren gesorteerd worden. Ook behandelstraten, immobilisatieboxen en andere ruimtes die ontworpen en gebruikt worden voor werk dicht bij de koeien stellen andere eisen (zie Hoofdstuk 3.10).

Enkele algemene parameters om te overwegen bij het ontwerpen en bouwen van loopgangen zijn:

- leid dieren op de passende manier in de juiste richting,
- vermijd verwondingen aan koeien als gevolg van contact met uitstekende objecten, plaatsen waar ze kunnen gekneld geraken met een lichaamsdeel, en andere onderdelen/plaatsen waar dieren zich kunnen verwonden,
- vermijd gewilde en ongewilde openingen in muren en in hekwerk waar lichaamsdelen kunnen vastraken (poot, staart, speen, kop, tong, enz.),
- zorg voor duidelijke en geleidelijke overgangen in de breedte van gangen of looprichtingen met een minimum aan scherpe bochten,
- voorzie gangen met aangepaste breedte voor het aantal en de afmetingen van de dieren die zich tegelijkertijd verplaatsen,
- voer hangende poorten en deuren zo uit dat ze in staat zijn de dieren in de juiste richting te geleiden en het normale koeverkeer niet hinderen,
- geef speciale aandacht aan plaatsen waar de dieren opgewonden kunnen raken wanneer ze afgescheiden worden van de kudde of verplaatst worden naar een nieuwe locatie. Het kan nodig zijn om de hoogte, de openheid en de constructie van de wanden aan te passen om pogingen om er over te springen of op te klimmen te ontmoedigen en te vermijden dat ze komen vast te zitten bij een poging om te ontsnappen.
- plaats extra draaihekken die de verzorger kunnen helpen om de dieren in de juiste richting te dirigeren.
- overweeg op locaties waar veel dieren samen komen buizen te plaatsen op een hoogte die voorkomt dat dieren met uitstekende heupbeenderen tegen de muur worden geduwd, of achter verticale palen vast komen te zitten. Dit zal het koecomfort verhogen en schade aan de muur of het hek verminderen.

3.9.2 Hek- en muurhoogte in de loopgangen

De minimale hoogte vereist voor hekken en muren in een huisvestingssysteem of in een doorgang (PH) is gelijk aan de hoogte van het dier (H) (zie vergelijking (1)). Dit veronderstelt dat zelfs als er personen helpen bij het verplaatsen van de dieren, dat dit op een kalme en niet-agressieve manier gebeurt en dat de dieren niet angstig zijn. Plaatsen waar koeien naartoe worden gedreven om diergeneeskundige



Figuur 72: Illustratie van doorgangen volgens vergelijking (2)-(8) en Tabel 18.

3.9.3.1 Eenrichtingsdoorgangen (één dier tegelijkertijd)

Vaak verbinden deze doorgangen de ligruimte, de melkstal, selectiepoorten, maar ook behandelruimtes, afkalfboxen en weeginstallaties met elkaar. Ze vragen meer zorg en kennis bij het ontwerp en de constructie dan bij ruimtes waar vrijer kan bewogen worden. Aanpassingen aan de afmetingen gebaseerd op ervaringen van de ontwerper, leverancier van staluitrusting, dierenarts, en de eigenaar moeten in overweging worden genomen. Soms worden doorgangen tussen ligboxen als eenrichtingsdoorgang uitgevoerd, maar dit wordt niet aangeraden. Bijkomend moet er extra aandacht worden besteed aan dieren die einde dracht zijn. De minimale breedte van de eenrichtingsdoorgang is weergegeven in vergelijking (2)

Breedte van een eenrichtingsdoorgang (WPA) = $1,8 W$ (2)

3.9.3.2 Tweerichtingsdoorgangen

Deze doorgangen laten toe dat dieren elkaar kruisen, maar ook dat ze dieren kunnen passeren die verschillende voorzieningen zoals het ligbed, het voederhek en de drinkplaatsen gebruiken. Daarom moeten deze doorgangen zorgvuldig gepland worden om de installaties correct te laten functioneren en om de dieren natuurlijk gedrag te laten vertonen. De meest voorkomende doorgangen zijn deze evenwijdig aan het voederhek en de ligboxrijen en de dwarse doorgangen. Het ontwerp en de montage van deze doorgangen moet rekening houden met de vaste en de vrije ruimte die dieren nodig hebben om normaal eet- en drinkgedrag te vertonen; achteruitstappen na eten en drinken; uitstappen en wegdraaien van ligbox; of van richting veranderen in de loopgang. Verschillende types van tweerichtingsdoorgangen worden weergegeven in Figuur 72 en de minimumbreedte van deze doorgangen worden berekend volgende de formules (3)-(8).

Breedte van een tweerichtingsloopgang (WPB) = $3,6 W$ (3)

Een doorgang van het type B (Figuur 72) is enkel bedoeld om twee dieren te laten kruisen of naast elkaar te laten stappen, zonder extra voorzieningen, bijv. dwarsdoorgang ter hoogte van ligboxen zonder drinkbakken.

Breedte van een tweerichtingsloopgang met aan één zijde een drinkbak (WPC) = $1,5 L + 3,6 W$ (4)

Een doorgang van het type C (Figuur 72) is vaak een dwarsdoorgang met een drinkbak aan één zijde ter hoogte van de ligboxen. De breedte van de doorgang omvat een drinkbak van 0,4 m breed.

Breedte van tweerichtingsdoorgang tussen twee rijen ligboxen (WPD) = $L + 1,8 W$ (5)

Breedte van tweerichtingsdoorgang tussen een rij ligboxen en het voederhek (WPE) = $2 L + 1,3 W$ (6)

Breedte van tweerichtingsdoorgang tussen de voorkant van een rij ligboxen en het voederhek (WPF) = $L + 3,6 W$ (7)

WPE en WPF zijn essentieel voor goed functionerend koeverkeer en koegedrag zoals het tonen van bronst, sociale interacties, ... De breedte van de doorgang moet bepaald worden in functie van de groeps grootte (vooral afhankelijk van het aantal rijen ligboxen), de voederstrategie (beperkt of ad libitum) en de toegang tot buitenbeloop. De eigenschappen van de vloer in de doorgangen kunnen ook een rol spelen. Bijvoorbeeld als de doorgang aan het voederhek een zachte vloer heeft, en doorgangen ter hoogte van de ligboxen een harde vloer, dan zal een dier vermoedelijk meer tijd doorbrengen in de doorgang aan het voederhek dan omgekeerd, aangezien de dieren verkiezen om te staan en te lopen op een zachte vloer.

Breedte van tweerichtingsdoorgang met een rij ligboxen aan één zijde (WPG) = $L + 1,3 W$ (8)

Een doorgang van het type G komt niet vaak voor in melkveestallen met ligboxen, maar komt af en toe voor in speciale ontwerpen.

Tabel 18: Aanbevolen minimale breedtes voor doorgangen in functie van de diercategorie en gewicht (lichaamsmaten), in centimeter.

Diercategorie	Gewicht (kg)	H (m)	L (m)	W (m)	Breedte van de doorgangen						
					A	B	C	D	E	F	G
Kalf	100	0,90	0,84	0,27	50	95	225	135	205	180	120
Vaars	150-249	1,09	1,17	0,35	65	125	300	180	280	245	165
	250-349	1,19	1,31	0,42	75	150	350	205	315	280	185
	350-449	1,27	1,42	0,47	85	170	380	225	345	310	205
	450-549	1,33	1,51	0,52	95	185	415	245	370	340	220
	>550	1,38	1,59	0,55	100	200	435	260	390	355	230
Melkkoe	550-649	1,40	1,69	0,55	100	200	450	270	410	365	240
	650-749	1,44	1,75	0,60	110	215	480	285	430	390	255
	750-850	1,48	1,80	0,64	115	230	500	295	445	410	265

A = breedte van éénrichtingsdoorgangen = $1,8 W$

B = breedte van tweerichtingsdoorgangen = $3,6 W$

- C = breedte van een tweerichtingsdwarsgang met aan een zijde een drinkbak, inclusief de drinkbak = $1,5 L + 3,6 W$
- D = breedte van een doorgang tussen twee rijen ligboxen = $L + 1,8 W$
- E = breedte van een doorgang tussen het voederhek en een rij ligboxen = $2 L + 1,3 W$
- F = breedte van een doorgang aan het voederhek met tweerichtingsverkeer achter de koe = $L + 3,2 W$
- G = breedte van een doorgang met aan een zijde een rij ligboxen = $L + 1,3 W$

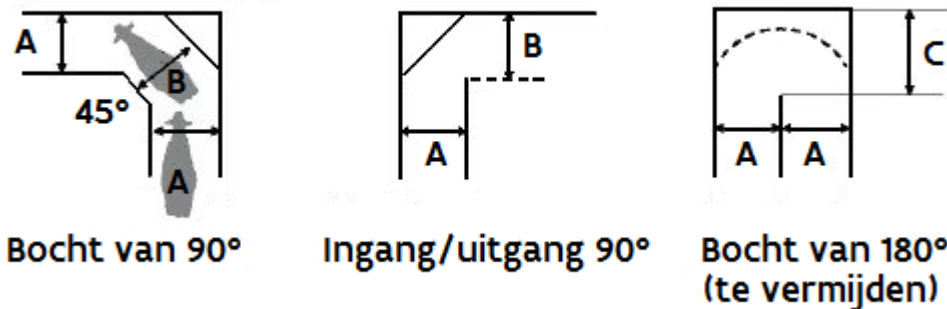
Let op: drachtige dieren hebben meer plaats nodig.

3.9.3.3 Hoeken en bochten in doorgangen

Ter hoogte van bochten in doorgangen hebben dieren voldoende ruimte nodig om contact met de aangrenzende hekken, muren of buizen te vermijden. De benodigde extra ruimte is het gevolg van de hoek waarin het vee moet draaien, de breedte van de doorgang bij het benaderen en verlaten van de bocht, en andere koeien die ruimte innemen en in dezelfde of tegengestelde richting lopen. De minimale extra ruimte nodig voor hoeken van 90° en 180° wordt weergegeven in respectievelijk vergelijking (9) en (10). Scherpe bochten op een harde ondergrond, snelheid van bewegen en overbezetting verhogen het risico op klauwproblemen, uitglijden en valpartijen en vertragen het koeverkeer. Maak de bochten zo soepel en geleidelijk mogelijk. Scherpe binnen- of buitenhoeken moeten worden vermeden. Scherpe bochten, vooral volledige verandering van richting (180°), moeten vermeden worden. Als dieren steile hellingen op moeten zijn zigzag paden vaak nodig om minder steile hellingen te creëren. Ook bij het renoveren zijn er vaak compromissen nodig door de beperkte ruimte die voorhanden is.

Bocht/ingang/uitgang B (bochten van 90°) = $2 W$ (9)

Bocht C (bochten van 180°) = $2,3 W$ (10)



Figuur 73: Minimumbreedtes in bochten met koeverkeer in één richting (A). De stippellijn toont een optie om het koeverkeer in een rechte hoek te verbeteren. Bochten van 180° moeten vermeden worden om stroom van dieren te verbeteren en verwondingen te minimaliseren.

Tabel 19: Minimale breedte in hoeken van eenrichtingsdoorgangen (in centimeter).

Diercategorie	Gewicht (kg)	H (m)	L (m)	W (m)	A (cm)	B (cm)	C (cm)
Kalf	100	0,90	0,84	0,27	50	55	60
Vaars	150-249	1,09	1,17	0,35	65	70	80
	250-349	1,19	1,31	0,42	75	85	95
	350-449	1,27	1,42	0,47	85	95	110
	450-549	1,33	1,51	0,52	95	105	120
	>550	1,38	1,59	0,55	100	110	125
Melkkoef	550-649	1,40	1,69	0,55	100	110	125
	650-749	1,44	1,75	0,60	110	120	140
	750-850	1,48	1,80	0,64	115	130	145

3.9.4 Deuren

Deuren belemmeren de beweging van dieren en het koeverkeer als ze smaller zijn dan de breedte van de doorgang. Het kader rond de deur, de scharnieren en de grendels kunnen ook zodanig uitsteken dat de koeien er tegen botsen of blijven aanhaken. Dit kan leiden tot ernstige verwondingen, het koeverkeer belemmeren en schade aan de deuren veroorzaken. Deuren die even breed zijn als de gang zijn aan te bevelen. Eenrichtingsdeuren moeten minstens zo breed zijn als een eenrichtingsdoorgang. In brede doorgangen is het raadzaam om deuren breed genoeg te maken zodat er meerdere dieren tegelijk kunnen passeren. De breedte van een dergelijke deur kan afgeleid worden uit vergelijking (11), waarbij n het aantal koeien is dat tegelijk door een deurgat moet kunnen.

Breedte van de deur (DW) = $n \times (1,8 W)$ (11)

3.10 VOORZIENINGEN VOOR ATTENTIEKOEIEN EN BEHANDELEN VAN DIEREN

3.10.1 Inleiding

Een moderne melkveestaf zou voorzieningen moeten bevatten voor zowel het behandelen en het omgaan met de dieren en om dieren te verzorgen die speciale aandacht vragen. Deze voorzieningen kunnen opgedeeld worden in ruimtes voor dieren die een aangepaste huisvesting of een specifieke omgang of behandeling vragen. Mogelijke groepen of categorieën van koeien en vaarsen die speciale aandacht vragen zijn:

- droge koeien in het begin en aan het eind van de droogstand,
- lacterende risicokoeien, zoals kreuple koeien, oudere koeien, traagmelkende koeien en herstellende koeien,
- zieke koeien,.
- transitiekoeien en -vaarsen, van ongeveer 3-4 weken voor het kalven tot ongeveer 2-3 weken na het kalven,

Transitiekoeien kunnen verdeeld worden in:

- close-up koeien en vaarzen, dit zijn koeien en vaarzen van 21 tot 28 dagen voor het afkalven tot (maar niet inbegrepen) het kalven,
- koeien en vaarzen die kalven,
- verse koeien en vaarzen, dit zijn koeien en vaarzen vanaf het kalven tot 14 à 21 dagen na het kalven,

In kleinere kuddes kan het moeilijk zijn om een speciale ruimte, voorzieningen en materiaal voor attentiekoeien te rechtvaardigen. Als de kuddes groter worden en de nood voor koeverzorging wordt groter, zijn zulke installaties gemakkelijker te verantwoorden en zijn ze ook belangrijker, maar zelfs bij het plannen voor kleinere groepen zou hiermee rekening moeten worden gehouden.

Bovendien vraagt ook groepsbehandeling of behandelen van een individuele koe, zoals injecties geven, ontwormen, klauwverzorging en inseminatie aangepaste voorzieningen en materiaal.

Voorzieningen om de dieren te verzorgen en voor de dieren die speciale aandacht vragen zijn niet alleen van belang voor de diervverzorging en het dierenwelzijn, maar ook voor de bioveiligheid, risicomangement en arbeidsveiligheid. Attentiekoeien kunnen zowel een besmettingsbron van ziektes zijn als de gevoeligste groep dieren voor ziektes. De mogelijkheid om een quarantaine te voorzien voor nieuw aangekochte dieren en om zieke dieren af te zonderen is cruciaal. Een plek naast de behandelruimtes moet voorzien worden om materiaal te ontsmetten. Met het oog op arbeidsveiligheid moet gekeken worden naar manieren om te ontsnappen aan agressieve dieren, risico's op het klemraken door dieren te beperken, maar ook naar een veilige en comfortabele vloer en goede verlichting.

3.10.2 Locatie

Ruimtes om attentiekoeien te huisvesten kunnen over verschillende stallen verspreid zijn, maar dit zal de arbeidsbehoefte vergroten en vraagt ook veel verplaatsing van de dieren. De locatie hangt meestal af van de vraag of ze wordt gebruikt voor lacterende of voor niet-lacterende koeien en vaarzen en dus dicht bij de rest van de dieren moet gesitueerd zijn. Liggen de speciale ruimtes ver van de melkinstallatie, dan kan het nodig zijn om een ziekenboeg dicht bij de melkput te voorzien. Als echter risico bestaat dat ziektes zich van hieruit verspreiden, dan moeten deze installaties afgezonderd zijn en dus op een redelijke afstand van de andere dieren worden geplaatst.

Over het algemeen is het beter om deze voorzieningen dicht bij de melkinstallatie te plaatsen zodat koeien maar een korte afstand moeten afleggen naar de melkput en terug. Als alternatief kunnen vacuüm- en melkleidingen doorgetrokken worden zodat afgezonderde koeien ter plekke kunnen gemolken worden en zo een mogelijke besmetting van de melkput door de zieke koeien te vermijden. Het is duidelijk dat als een behandelruimte op de normale uitgangsrouten van de melkput ligt, het gemakkelijker is om attentiekoeien hier naar af te leiden bij het verlaten van de melkput. Let wel, het sorteren, door middel van bijvoorbeeld een sorteerhek, moet ver genoeg van de uitgang van de melkput plaatsvinden zodanig dat de melkroutine niet wordt verstoord. Ook ruimtes waar intensieve en potentieel pijnlijke behandelingen worden uitgevoerd moeten zodanig worden geplaatst dat koeien die naar en van de melkput, of wachtruimte komen, niet afgeleid worden.

Koeien kunnen bij het verlaten van de melkput naar verschillende aparte locaties gesorteerd worden. De eerste halte kan een separatuurruimte zijn voor een korte periode, waar de dieren lang genoeg worden gehouden om ze vlug te onderzoeken en te behandelen vooraleer ze terugkeren naar de groep of naar een andere locatie waar ze langere tijd worden gehouden en behandeld. Dieren die niet onmiddellijk werden behandeld en niet kunnen terugkeren naar de stal, kunnen verplaatst worden naar een tussentijdse locatie waar ze wachten op een bezoek van de dierenarts, de klauwverzorger of



inseminator vooraleer terug te keren naar hun groep. In een derde groep kan het nodig zijn om dieren gedurende meerdere lactaties af te zonderen van hun productiegroep als gevolg van de aard van de behandeling of de duur van een herstelperiode. Dieren in deze ruimtes moeten toegang hebben tot water, voeder en comfortabele rustplaatsen.

3.10.3 Separatieruimtes

Selectiepoorten in de retourgang zonderen vaak dieren af die extra aandacht nodig hebben na het melken. Koeien kunnen gesorteerd worden naar een wachtrij die parallel loopt met de retourgang of naar een verzamelhok of sorteerhok. Een sorteerhok moet minimaal het aantal dieren kunnen bevatten dat aan één zijde van de melkinstallatie staat, behalve als de dieren automatisch of manueel worden gesorteerd bij het verlaten van de melkstal. Dieren in de separatieruimtes moeten toegang hebben tot water en voeder en koeien moeten kunnen neerliggen. Vastzethekken zijn belangrijk als het hok gebruikt wordt voor een eerste onderzoek en een eenvoudige behandeling.

3.10.4 Huisvesting van droge koeien

Droogstaande vaarzen en koeien in aangepaste huisvesting (bijv. separatie of ziekenboeg) kunnen gehouden worden in ligboxen of in strostallen. Ongeacht hun normale huisvestingssysteem, is het noodzakelijk dat deze dieren een optimale leefomgeving, met inbegrip van goede ventilatie, uitstekende bevloering en hygiënische omstandigheden, controle over hittestress en extra ruimte om te rusten en te bewegen. Voorzie kleinere groepen om zowel sociale stress te verminderen als het gevaar en overdracht van infecties te beperken. Het wordt aangeraden 25 tot 35% extra plaatsen te voorzien in functie van het afkalfpatroon (uniform of geconcentreerd).

Koeien hebben speciale aandacht nodig gedurende de eerste 2 tot 3 weken na het kalven. Een aparte groep en extra aandacht zullen resulteren in betere prestaties tijdens de lactatie. Post partum koeien omvatten ongeveer 5 tot 6% van de kudde. Voorzie de best mogelijke omgeving voor deze dieren om de stress rond het afkalven te verlichten.

3.10.5 Close-up koeien en afkalffoxen

Systemen die gebruikt worden voor close-up en kalvende/pasgekalfde dieren kunnen de volgende zijn:

- ligboxen of ingestrooide ruimtes voor grote aantallen dieren met aangrenzende individuele afkalfhokken, waar koeien enkel geplaatst worden tijdens het kalven. Dit vraagt een continue (24/24) observatie van de dieren om te vermijden dat ze kalven in het ligboxen gedeelte.
- kleine stroboxen voor 6 tot 10 koeien. De koeien blijven in deze ruimte tijdens het kalven (groepskalvingsbox). Koe en kalf worden zo snel mogelijk na het kalven verplaatst naar een individuele box of andere geschikte locaties.
- kleine stroboxen voor 6 tot 10 koeien en aanpalende individuele afkalffoxen waar de dieren enkel tijdens het kalven worden gehouden.
- een combinatie van een ligboxgedeelte en kleine ingestrooide boxen voor 6 tot 10 dieren (bufferboxen) als tussenshalte en individuele afkalffoxen.

Algemene aanbevelingen:

het afkalven mag niet gebeuren in het ligboxgedeelte om redenen van hygiëne, arbeidsveiligheid, risico op verwondingen en op het verlies van kalveren (bijv. door mestschuiven) en verstoorde biestopname, enz. Er zijn extra boxen nodig als koeien en hun kalveren gedurende enkele dagen worden samengehouden vooraleer ze worden gescheiden. Individuele afkalffoxen maken goede hygiënische

omstandigheden mogelijk en zijn ook veiliger voor de melkveehouder. Het doel van “bufferhokken” is het beheer en het verplaatsen van koeien naar en van individuele afkalfhokken gemakkelijker te maken en het risico op afkalven tussen de ligboxen te verminderen.

De oppervlakte van individuele afkalfhokken kan berekend worden volgens vergelijking (1), en groepsboxen om te kalven en bufferhokken volgens vergelijking (2).

Oppervlakte van individuele afkalfboxen:

$$(ICPA) = 2 L \times 2 L \text{ met de kortste zijde} = 1,85 L \text{ (1)}$$

Oppervlakte van groepsboxen om te kalven: (2)

$$(GCPA) \text{ per koe} = 1,6 \times (1,85 L \times 1,2 H)$$

De lengte van de kortste zijde hangt af van het aantal dieren waarvoor de box wordt ontworpen (zie Tabel 20).

$$\leq 3 \text{ koeien} = 1,85 L$$

$$4-10 \text{ koeien} = 1,7 \times 1,85 L$$

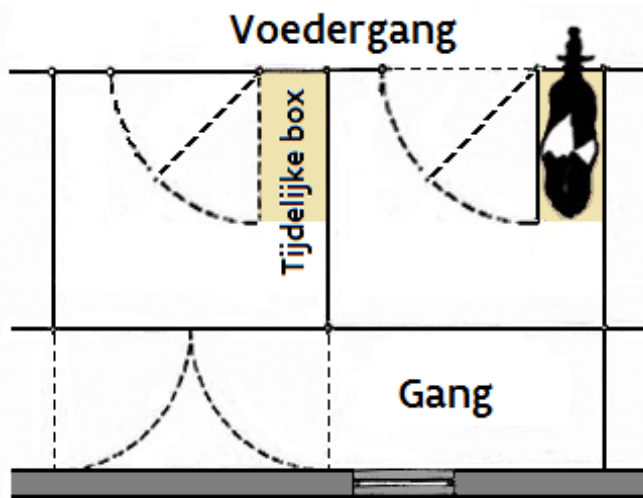
$$>10 \text{ koeien} = 2,4 \times 1,85 L$$

Tabel 20: Minimale afmetingen voor afkalfboxen (groepsboxen en individuele boxen).

Gewicht (kg)	H (m)	L (m)	W (m)	Individuele box		Oppervlakte GCPA (m ² per koe)	Groepsbox		
				Oppervlakte ICPA (m ²)	Kortste zijde (m)		Kortste zijde (m)		
							≤ 3 koeien	4-10 koeien	>10 koeien
550-649	1,40	1,69	0,55	11,4	3,1	8,4	3,1	5,3	7,5
650-749	1,44	1,75	0,60	12,3	3,2	8,7	3,2	5,5	7,8
750-850	1,48	1,80	0,64	13,0	3,3	9,0	3,3	5,7	8,0

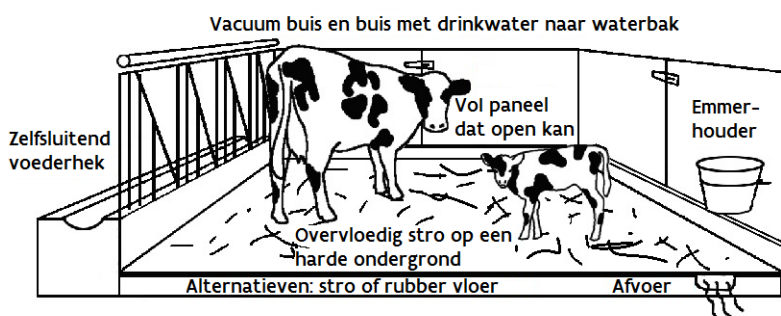
Afkalfboxen moeten goed uitgerust zijn, zoals getoond wordt in Figuur 74 en Figuur 75.

Pas gekalfde koeien de kans geven om lauw water te drinken, uit een emmer of een aangepaste drinkbak, moedigt het drinken aan om uitdroging als gevolg van het geboorteprocess te verhelpen. Voor toereikende hygiëne bij het kalven, moet na een kalving al het strooiselmateriaal worden weggenomen en moeten (individuele) afkalfboxen en de vloer in het bijzonder goed gereinigd worden. Om direct contact tussen een liggende koe (en het pasgeboren kalf) en ruwe harde betonnen vloer te vermijden moet er overvloedig nieuw strooisel ingebracht worden. Aangezien koeien tijdens het kalven dit strooisel gemakkelijk opzij schuiven, wordt zacht vloermateriaal zoals rubber onder het strooisel aangeraden.



L2

Figuur 74: Draaiend voederhek als afscheiding in individuele afkalfbboxen om een tijdelijke box te maken voor geboortehulp of klinisch onderzoek en behandeling.



Figuur 75: Voorbeeld van ontwerp en uitrusting van een individuele afkalfbbox.

3.10.6 Verzorgings- en behandelruimtes

Verzorgings- en behandelruimtes kunnen bestaan uit:

- een behandelstraat: buizen voor en achter om koeien in een visgraatrij te schikken voor behandeling of inseminatie,
- een enkele gang waar dieren kunnen gefixeerd worden met verhoogde paden er naast (catwalk) om dieren (onder andere) te injecteren,
- dubbele gang en sorteerhekken om dieren in twee groepen te verdelen,
- immobilisatiebox met koggaten en personeelskooi. Laat aan beide zijden minstens 1 meter vrij als werkruimte,
- brede doorgangen of rechthoekige hokken met vastzethekken langs een kant kan gebruikt worden om tijdelijk enkele koeien vast zetten en toegang te krijgen tot de kop en de nek,
- klauwverzorgingsboxen al dan niet mobiel. Een immobilisatiebox kan uitgerust worden voor het scheren van koeien.

Een behandelstraat wordt dicht tegen en parallel met de terugloopgang uit de melkput geplaatst. Het ontwerp en de afmetingen zijn:

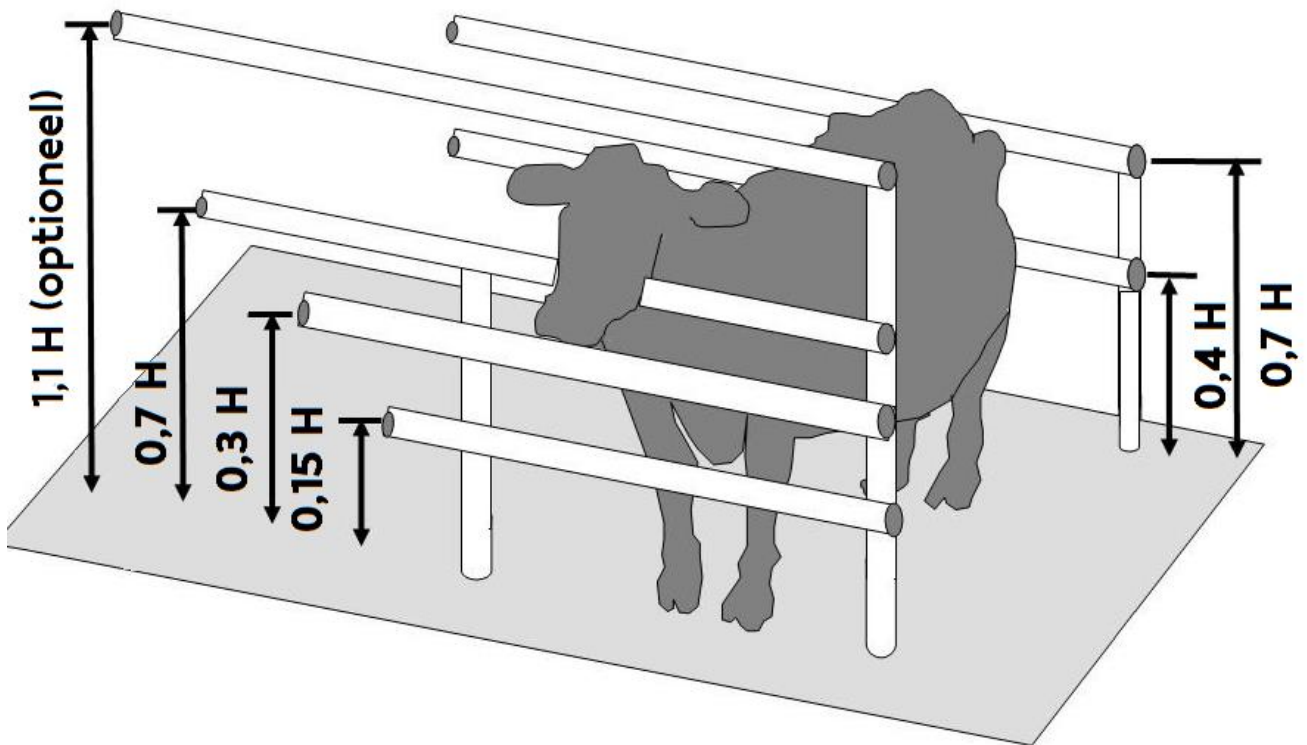
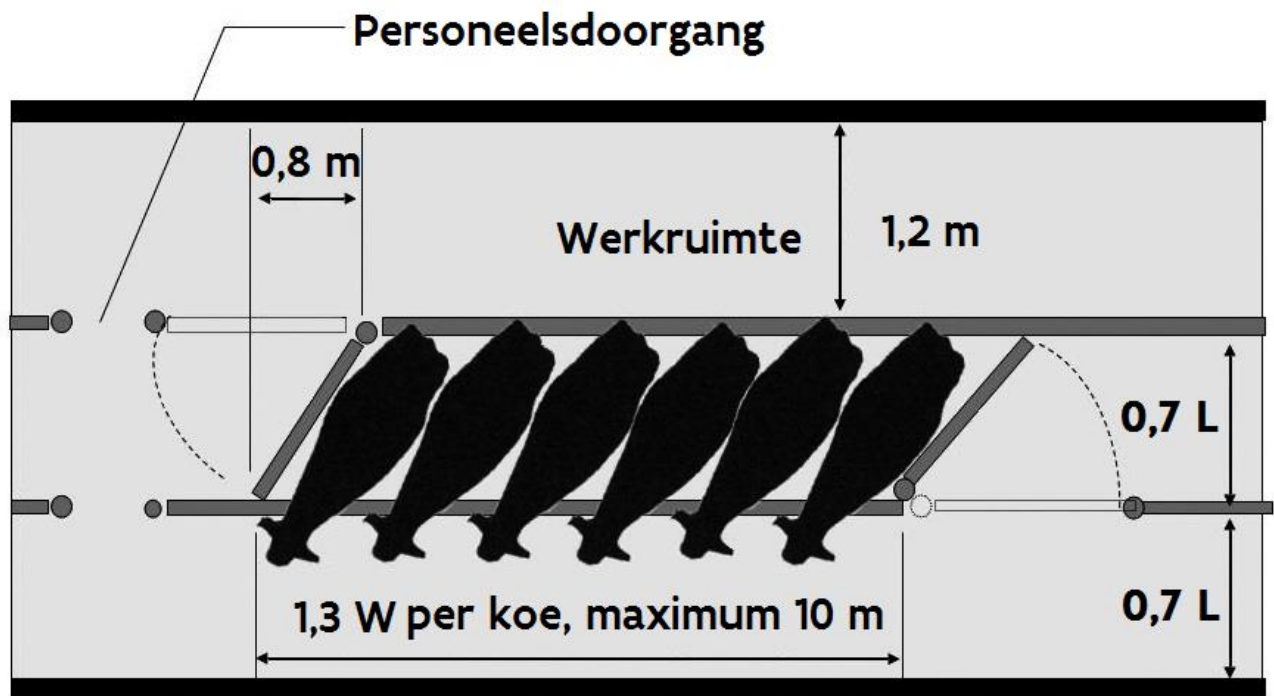
- breedte van de gang = $0,7 L$
- kopruimte = $0,7 L$
- lengte van de gang per koe = $1,3 W$
- hoogte van de buizen
 - Achterste buis = $0,7 H$
 - Lage buis aan de voorkant (ter hoogte van de keel) = $0,7 H$
 - Hoge buis aan de voorkant (ter hoogte van de nek) = $1,1 H$

Deze waarden zijn terug te vinden in Figuur 76 en Tabel 21.

Tabel 21: Afmetingen van een behandelstraat

Dier	Gewicht (kg)	H (m)	L (m)	W (m)	Gang-breedte (m)	Kopruimte (m)	Lengte (m per koe)	Hoogte van de rail		
								Achteraan	Vooraan laag	Vooraan hoog
Melk-koe	550-649	1,40	1,69	0,55	1,20	1,20	0,70	1,00	1,00	1,55
	650-749	1,44	1,75	0,60	1,25	1,25	0,80	1,00	1,00	1,60
	750-850	1,48	1,80	0,64	1,30	1,30	0,85	1,05	1,05	1,65

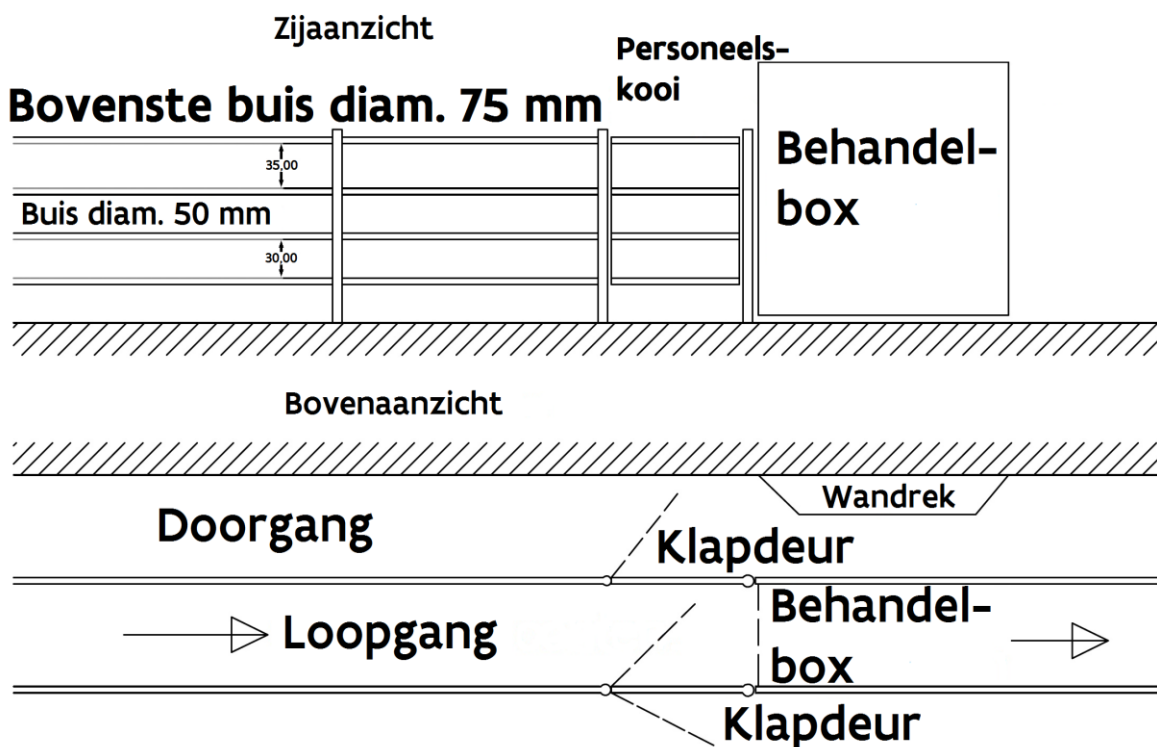
////////////////////////////////////



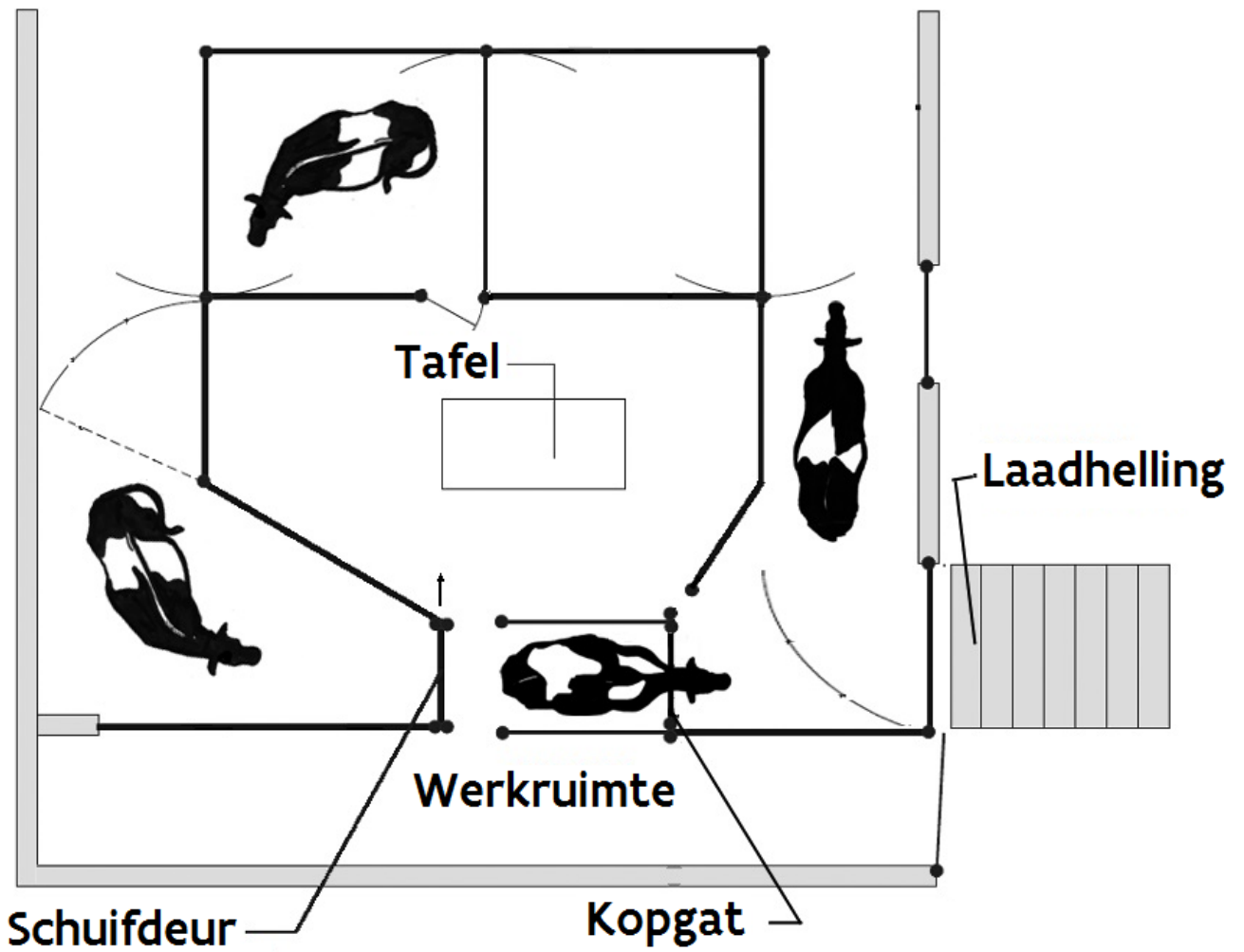
Figuur 76: Afmetingen van een behandelstraat getoond volgens plan en zij-aanzicht (volgens MWPS, 7de editie, 2013).

Een immobilisatiebox wordt gebruikt om dieren tijdens een behandeling te fixeren. De basiseigenschappen worden weergegeven in Figuur 77: Voorbeeld van een ontwerp voor een behandelbox. Figuur 77 en Figuur 78. De belangrijkste en meest wenselijke eigenschappen zijn:

- een loopgang naar de behandelbox zonder hoeken, bij voorkeur met een bocht voor (en achter) de personeelskooi en de behandelbox,
- vrije mangaten in de loopgang voor noodgevallen,
- de behandelbox moet “doorloopbaar” zijn, bij voorkeur met een zelfsluitend kopgat,
- in de behandelbox moet de koe bereikbaar zijn zowel vanaf de zijkanten als vanaf de achterkant (via de personeelskooi),
- een schap of tafel naast de behandelbox voor de apparatuur en het materiaal van de dierenarts,
- beschikbaarheid van heet en koud water,
- aangepaste omgevingsverlichting voor de verplaatsing van de koe en de verzorger, extra licht waar nauwkeurige observatie en behandeling van de dieren noodzakelijk is,
- beschikbaarheid van elektriciteit voor instrumenten en gereedschap.

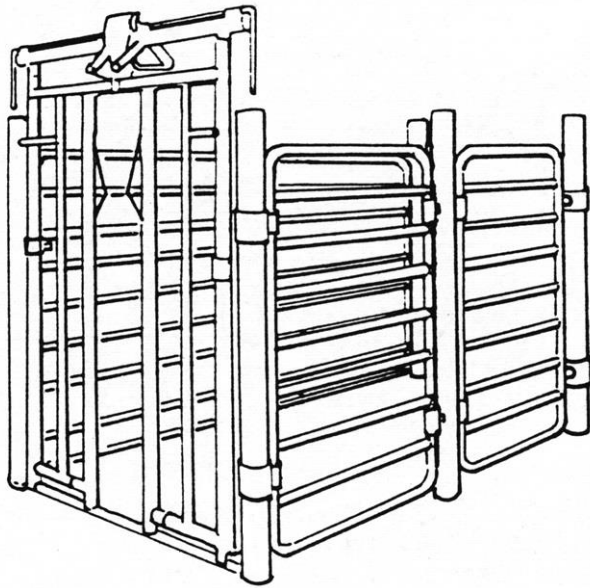


Figuur 77: Voorbeeld van een ontwerp voor een behandelbox.



Figuur 78: Voorbeeld van een compacte behandleenheid, in een hoek geplaatst of in een aanpalend bijgebouw, vooral handig bij kleinere kuddes. (Naar Bickert et al, 2000).





Figuur 79 behandelbox voor melkkoeien

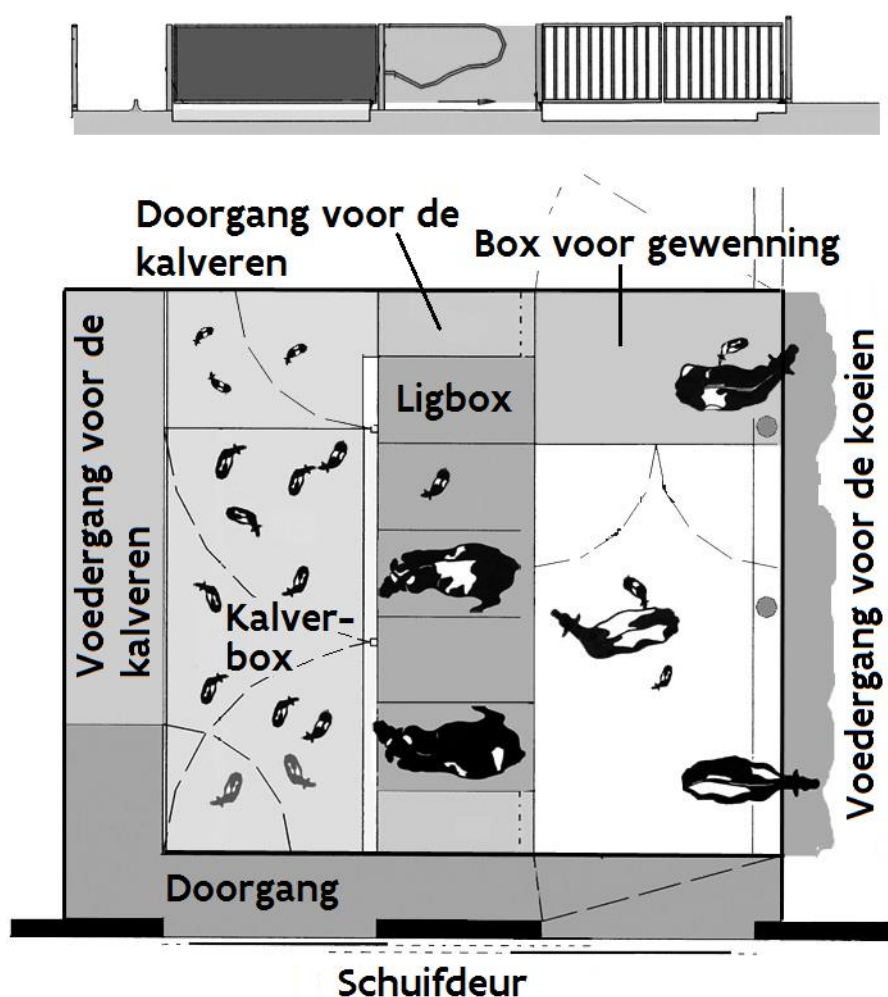
3.10.7 Inrichtingen voor attentiekoeien.

Stalinrichtingen voor andere groepen van aandachtskoeien kunnen, vooral in grote groepen, worden overwogen. Deze kunnen bestaan uit:

- een groep zieke koeien. Een ruimte om futloze dieren (“downer cows”) en dieren met andere ernstige gezondheidsproblemen te behandelen en te verzorgen is ook noodzakelijk. Een hok voor één koe moet de afmetingen van een individuele afkalfbox hebben, met afscheidingen die open kunnen, een drinkbak en een voedertrog. Het hok moet zodanig uitgevoerd zijn dat één verzorger de dieren kan isoleren en vastzetten om nader te onderzoeken (zie Figuur 74). Het is handig dat er een toegang is van buiten het gebouw tot deze hokken, zowel voor verzorgers, als voor het veilig inbrengen en verwijderen van niet-mobiele dieren.
- Speciale aandachtsgroep. In veel gevallen zal het de melkproductie bevorderen als er een groep dieren kan afgezonderd van de rest omwille van de speciale aandacht die ze nodig hebben. Dit omvat kreupele dieren, dieren met een verwonding en traag of moeilijk melkende koeien. Deze kunnen in ligboxen of stroboxen worden gehouden.
- Behandelde koeien. Elke lacterende koe die niet-verkoopbare melk produceert zou in een aparte groep moeten worden gehouden, om het risico dat deze melk in de koeltank komt te verkleinen.
- Reforme koeien en droge koeien. Veel melkveebedrijven hebben ook een ruimte die gebruikt kan worden voor reforme koeien. Deze ruimte kan ook gebruikt worden om koeien te houden tijdens de laatste dagen voor de droogstand, terwijl ze een gereduceerd rantsoen krijgen dat helpt om de melkproductie af te bouwen vooraleer het dier wordt drooggezet. Dit hok moet voorzien in water, voeder, een ligruimte en toegang hebben tot een laadplaats.
- Quarantaine groep. Dieren waarvan vermoed wordt dat ze een besmettelijke ziekte hebben moeten compleet afgezonderd worden van de andere dieren om verspreiding van de ziekte te voorkomen. In de meeste gevallen is de beste manier om hier mee om te gaan het dier te verplaatsen naar een leegstaande stal afgezonderd van de productiekoeien. Met het oog op

bioveiligheid, is het noodzakelijk om te voorkomen dat besmettingen in de kudde kunnen komen. Het is van vitaal belang om voorzieningen te hebben die het gemakkelijk maken dat verzorgers en bezoekers zich kunnen wassen, van kledij wisselen of beschermende kledij aan kunnen trekken. Ze moeten gebruik maken van deuren die direct toegang geven tot de plaats waar de verzorging moet worden uitgevoerd, om zo weinig mogelijk contact met de kudde te hebben.

- Pleegkoeien. Biologische, maar ook gangbare, bedrijven maken soms gebruik van pleegkoeien waarbij de kalveren kunnen zuigen tot een speenleeftijd van 8 tot 10 weken. Er zijn verschillende selectiecriteria voor pleegkoeien mogelijk, net zoals management- en huisvestingssystemen voor koeien en kalveren. De pleegkoe en het kalf kunnen individueel of in groep gehouden worden, in ligboxen of in ingestrooide hokken. Figuur 80 toont een voorbeeldontwerp voor een groep koeien die in ligboxen worden gehouden. Het gedeelte voor de pleegkoeien is vaak gesitueerd dicht bij of in het afkalfgedeelte.



Figuur 80: Ligboxenstal voor 5 pleegkoeien en hun kalveren. De kalveren verkiezen vaak om voor de koeien te liggen, vandaar dit ontwerp (naar Norrbom, 2001).

3.11 VEILIGHEID EN GEZONDHEID VAN MEDEWERKERS

3.11.1 Inleiding

Melkveehouders die werken in stallen en aanverwante gebouwen zijn blootgesteld aan een aantal potentiële gevaren en gezondheidsrisico's. Veel melkveehouders behandelen op hun eentje grote en potentieel gevaarlijke dieren en grote groepen dieren. Veel dagelijkse werkzaamheden vragen dagelijks heffen en dragen van zware lasten en ongemakkelijke werkhoudingen, die overbelasting van het bewegingsapparaat kan veroorzaken. Andere potentiële risicofactoren zijn die bijdragen tot ongelukken en tot fysieke gezondheidsproblemen en psychologische stress is het feit dat ze werken in een omgeving waar ze blootgesteld zijn aan fijn stof, gassen en geluiden. De werkomgeving is gedeeltelijk dezelfde omgeving als deze van de dieren, en het moet vermeld worden dat er een sterke relatie bestaat tussen dierenwelzijnsaspecten en problemen in de werkomstandigheden in melkveestallen.

Sommige risicofactoren zijn gekoppeld aan een brede waaier van landbouwactiviteiten, bijv. het gebruik van machines (tractoren enz.), ladders en verhoogde platformen, doorvoer ruimtes, elektrische- en verwarmingsinstallaties, opslag van voorraden, gebruik van chemische producten, heffen en verplaatsen van zware lasten. Sommige zijn specifiek voor het houden van dieren. Enkel deze laatste zullen worden behandeld in dit hoofdstuk en enkel voor de onderdelen die betrekking hebben op het stalontwerp en het management (bijv. niet het gedrag van de melkveehouder of het gebruik van materiaal).

3.11.2 Dierverzorging

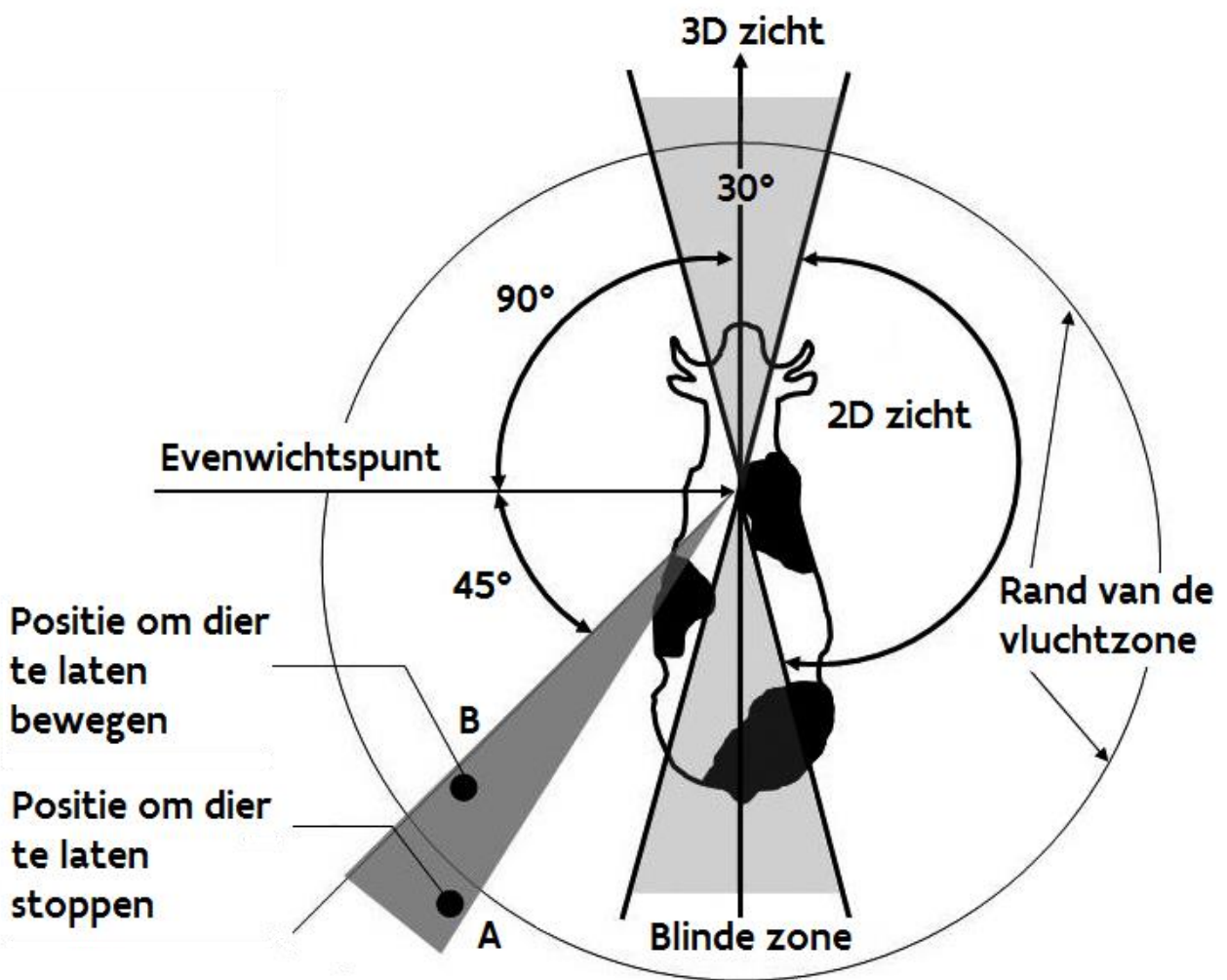
Melkveehouders gaan meestal voorzichtig om met dieren. Ongelukken en verwondingen kunnen echter voorkomen als gevolg van afleiding, ongeduld, haast of woede. In het bijzonder tijdens deze momenten moet een melkveehouder anticiperen op het diergedrag om gevaarlijke situaties te vermijden en het risico op ongevallen te minimaliseren. Daarom moeten voorzieningen voor dieren met dit doel ontworpen worden en gerelateerd zijn aan het diergedrag.

In verband met de omgang met dieren kan een groot deel van hun reacties verklaard worden door de eigenschappen van hun zicht. Runderen hebben een breed, bijna panoramisch gezichtsveld. Dit impliceert dat, met uitzondering van kleine dode hoeken ter hoogte van de neus en achter de koe, runderen in staat zijn om volledig rond zich te kijken. Daarom moeten runderen benaderd worden van de zijkant of langs voor om te voorkomen dat de dieren opschrikken. Runderen hebben ook een beperkt dieptezicht, waarschijnlijk een zwak scherpvizie over 3-4 m afstand en diachromatisch zicht (groen en blauw). Ze hebben wel een goed nachtzicht, in vergelijking met mensen. Snelle wisselingen in lichtintensiteit of bij schaduw kunnen leiden tot weerspanningheid.

Een ander aspect van het gedrag waar rekening moet mee worden gehouden is het feit dat ze een zogenaamde "vluchtzone" hebben (Figuur 81). Diep in de "vluchtzone" binnendringen kan paniek en ontsnappingspogingen veroorzaken. Mensen die met dieren omgaan, moeten zich hiervan bewust zijn en zichzelf uit de "vluchtzone" verwijderen, in het bijzonder als een dier agressief wordt. Om een dier voorwaarts te laten bewegen moet de diervorzorger zich in de donkere zone (B) bevinden, achter het "evenwichtspunt" dat zich ter hoogte van de schouder bevindt. Deze persoon moet buiten de "blinde zone" aan de achterkant van het dier blijven. Om de beweging te stoppen moet de verzorger achteruitstappen naar positie "A". Om een dier achteruit te laten gaan moet deze persoon voor het "evenwichtspunt" gaan staan. Om een dier naar links of naar rechts te laten draaien moet het dier van

voor benaderd worden. Verschillende factoren zoals frequent contact met mensen en een voorgeschiedenis van rustige omgang en een kalme omgeving kunnen de "vluchtzone" van het dier verkleinen en daardoor de omgang met dier en de veiligheid van mens en dier bevorderen. Als een koe bijvoorbeeld bang is of pijn lijdt kan ze schopgedrag gaan vertonen. Koeien schoppen in het algemeen naar voor of naar de zijkant en dit moet meegenomen worden in het ontwerp van behandelingsfaciliteiten en de melkput.

Er moet speciale aandacht geschonken worden aan koeien met pasgeboren kalveren en stieren van melkvee. Een koe met een pasgeboren kalf kan zich meer defensief opstellen en moeilijk zijn in de omgang. Stieren zijn van nature agressiever dan koeien en mogen nooit als veilig worden beschouwd. Sommige stieren lijken kalm en zachtaardig maar kunnen onverwacht reageren, resulterend in verwondingen en zelfs in de dood van hun verzorgers.



Figuur 81: De vluchtzone van rundvee (Grandin, 1999a).

3.11.3 Verplaatsen van dieren

Wanneer het nodig is om runderen te verplaatsen of te behandelen en er zijn specifieke (laad) platformen aanwezig, moeten ze zodanig gebouwd en gedimensioneerd zijn dat ze koeverkeer bevorderen (zie Hoofdstuk 3.10). Idealiter hebben ze dichte wanden om te vermijden dat dieren afgeleid worden door wat ze buiten zien en om ontsnappingspogingen te voorkomen en te verminderen. De dieren zullen kalmer en minder gestrest zijn, dit kan leiden tot een verminderde tussenkomst van de begeleider met als gevolg minder kans op ongevallen. Runderen hebben de neiging om zich vlotter te bewegen van donkere naar lichtere ruimtes. Een spot gericht op een platform zal vaak helpen om dieren in beweging te houden, op voorwaarde dat de verlichting niet direct in de ogen van de dieren schijnt. Bovendien moet de verlichting uniform en diffuus zijn. Afleidingen, zoals een ketting die in een doorgang hangt, moeten vermeden worden. Schitteringen van lichtreflecties in plassen moeten vermeden worden, net als bewegende weerspiegelingen op een metaalplaat of schaduwstroken in een anders goed verlichte doorgang. Donkere kleuren kunnen een schaduw effect creëren. Heldere kleuren zoals wit en lichtgeel hebben hun nut bewezen.

Runderen zijn gevoelig voor veranderingen in het type en de textuur van vloeren en wanden. Vloerveranderingen kunnen ervoor zorgen dat dieren halt houden. Hetzelfde type, bij voorkeur niet-gladde, vloer moet in heel het gebouw worden toegepast. Afvoerputjes worden bij voorkeur geplaatst buiten de belangrijkste gangen, platformen en wachtruimtes.

3.11.4 Melken

De problemen die geassocieerd worden met melken zijn vooral gerelateerd aan slechte inrichting van ruimtes en installaties op het vlak van ergonomie. Van speciaal belang is de vorm van de melkput die moet bestaan uit:

- een diepte tussen 0,75 – 1,00 m in overeenstemming met de grootte van de melker, (indien nodig kunnen voorzieningen getroffen worden om het vloerniveau te verhogen, of er kan een nieuwe vloer worden geplaatst) (Zie Tabel 22).
- Een verlengde standplaats voor de koeien of een uitsparing aan de basis van de muur van de put, die toelaat dat de voeten van de melker onder de rand van de standplaats van de koe staan zodanig dat de melker dicht bij de koeien staat en overmatig bukken of buigen vermijdt.

Tabel 22: Aanbevolen diepte van een melkput afhankelijk van het type melkstal.

Lengte van de melker (m)	Diepte van een visgraat of tandem melkstal (m)	Diepte van een zij-aan-zij melkstal (m)
<1,55	0,75	0,85
1,56 tot 1,65	0,80	0,90
1,66 tot 1,75	0,85	0,95
1,76 tot 1,85	0,90	1,05
1,86 tot 1,95	0,95	1,15
> 1,95	1,00	1,25

De rand van de melkput moet afgeschermd worden met een boord of een buis om te vermijden dat dieren er in vallen, maar moet, indien mogelijk zacht en beweeglijk zijn om te vermijden dat een hand geplet raakt wanneer een dier beweegt. Bovendien kunnen verwondingen ontstaan door koeien die

////////////////////////////////////

tijdens het melken schoppen. Middelen om dit schoppen tegen te gaan (achterpoten blokkeren) kunnen gebruikt worden bij het reinigen of het controleren van de uier en de spenen.

De toegangstrap naar de melkput moet bestaan uit slipveilige treden, proper zijn en vrij van andere materialen die de toegang beperken. Als de trap niet tussen muren is geplaatst is een leuning noodzakelijk.

De vloer moet slipbestendig zijn, afwateren (helling van 2%) en proper gehouden worden. Alle obstakels moeten verwijderd worden en afvoeropeningen moeten op een correcte manier worden afgedekt. De muren moeten in lichte kleuren worden geverfd.

De wachtruimte moet voorzien zijn van schuilplaatsen en vluchtwegen waar het personeel in geval van nood gebruik van kan maken.

Blessuren aan spieren, pezen, zenuwen en gewrichten kunnen veroorzaakt worden door de melkuitrusting, zoals melkstellen, en moeilijke en beperkte werkhoudingen (gebogen staan) tijdens het melken.

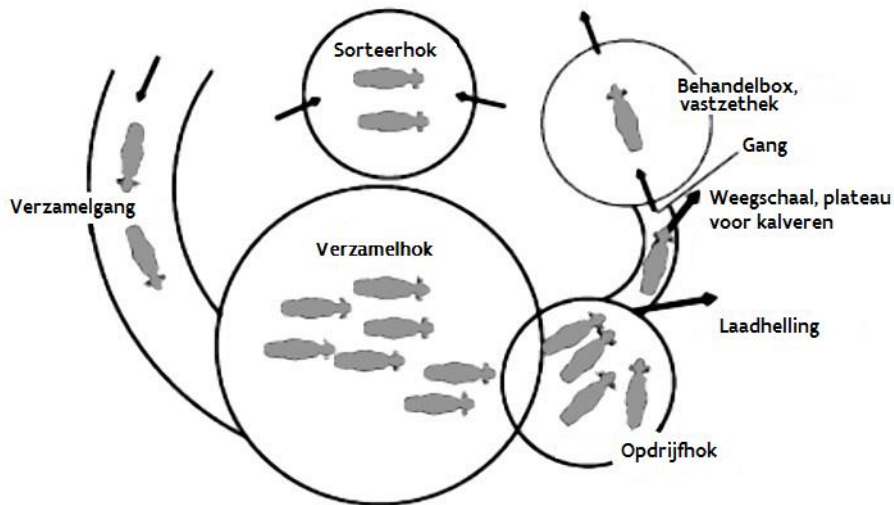
3.11.5 Controleren en behandelen van de veestapel

Er zouden speciale installaties moeten voorzien worden om diergeneeskundige en andere behandelingen uit te voeren zoals insemineren, onthoornen, klauwbekappen en toedienen van medicatie.

Vastzetvoederhekken kunnen gebruikt worden om koeien individueel of in groep vast te zetten. In grote groepen zijn er echter aparte behandel- en afzonderingsruimtes nodig voor veterinaire (en andere) behandelingen. De basisvereisten van zo'n systeem zijn:

- verzamelgang om runderen te verplaatsen van hun stallen, weiden naar het verzamelhok,
- sorteerhokken. Toegang uit de verzamelgang of het verzamelhok, of na de werkruimte,
- verzamelhokken om ofwel de hele kudde of groepen van 30 tot 50 dieren te herbergen,
- opdrijfhoek om kleine groepen van 8 tot 10 dieren in de werkruimte te leiden,
- enkele gang, minstens 6 m lang om 3 tot 4 dieren tegelijkertijd vast te houden,
- behandelbox, liefst met "doorloop"-mogelijkheid met een zelfsluitend kopgat,
- opties zoals weegschalen, afkalfboxen of tafels, box om ventraal te scheren, box die uitgerust is om klauwen te kappen, stand om kunstmatige inseminatie en drachtcontrole uit te voeren, plank om veterinair materiaal op te leggen, beschikbaarheid van elektriciteit en warm en koud water in de nabijheid van de behandelbox.

Voor meer informatie over het ontwerp van voorzieningen om runderen te behandelen en te verzorgen kan het CIGR rapport "Design recommendations of beef cattle housing" (2002) worden geraadpleegd.



Figuur 82: Belangrijkste onderdelen van een systeem om koeien te behandelen.

3.11.6 Stalklimaat

3.11.6.1 Luchtkwaliteit

Het is bekend dat landbouwers gezondheidsrisico's lopen door het inademen van stalgassen en deeltjes in de lucht (stof). Deze luchtdeeltjes kunnen vast of vloeibaar zijn. De ademhalingsproblemen gekoppeld aan gassen variëren van lichte irritaties van de luchtwegen tot dodelijke gevolgen. Voor de meest voorkomende bestanddelen van de lucht in een stalomgeving zijn wettelijke drempelwaarden vastgelegd, deze kunnen van land tot land verschillen. Er moet opgemerkt worden dat de drempelwaarden voor mensen iets lager liggen dan deze die aangeraden worden voor het welzijn van de dieren (zie 2.2.4.1)

Tabel 23: Maximale concentraties van schadelijke stoffen (ppm).

Blootstelling	NH ₃	CO ₂	H ₂ S
Langdurig	10	2500	2,5
Kortstondig	20	5000	10

Tabel 24: Huidige waarden voor maximale blootstellingsgrenzen zoals aanbevolen in Australië (Cargill et al., 2002).

Vervuiler	Maximaal veilige concentratie
Ammoniak	10 ppm
Inadembare deeltjes	2,4 mg/m ³
Inhaleerbare deeltjes	0,23 mg/m ³
Inhaleerbare endotoxines	50 EU/m ³
Totaal bacteriën in de lucht	1,0 x 10 ⁵ CFU/m ³

De voornaamste manier om dit risico te verminderen is door afdoende ventilatie, die gevoelig moet worden verhoogd bij het mixen en oppompen van mest onder de roosters. Het is bovendien

aangeraden om kans op gasproductie bij het mengen te verlagen door de mest regelmatig uit de put te verwijderen. Het moet benadrukt worden dat het gevaarlijk is om gelijk welke mestput of mestopslag te betreden zonder gebruik te maken van perslucht of zonder de noodzakelijke voorzorgen te nemen, (bijv. testen van de luchtkwaliteit, zorgen voor constante en voldoende toevoer van verse lucht, het gebruik van een veiligheidsharnas en een reddingslijn bevestigd aan de persoon die de mestput/opslag betreedt).

Stof in stallen wordt geproduceerd in het gebouw en ontstaat voornamelijk uit het strooisel en het voeder. De luchtdeeltjes zijn vaak dragers van biologisch actief materiaal zoals endotoxines, pathogenen en allergenen die uiterst ziekteverwekkend kunnen zijn. Ook hier is voldoende ventilatie een belangrijke factor in het verlagen van dit risico. De meest effectieve manier om een lage stofconcentratie te verkrijgen is voorkomen dat stof gevormd wordt door het gebruik van hygiënisch hoogstaand voeder en strooiselmateriaal. Het gebruik van mondmaskers is soms noodzakelijk (bijv. bij het verwerken van voeder en strooisel).

Biologische agentia (bacteriën, virussen, schimmels,...) vertegenwoordigen een potentieel risico bij het contact met dieren en hun lichaamsstoffen (excreties, bloed, urine, abortussen, mest, enz.) Daarom is het, bovenop het gebruik van geschikt beschermingsmateriaal, nodig om gepaste diergeneeskundige installaties te voorzien, en ook stappen te zetten op het vlak van externe bioveiligheid (de omgeving van bedrijfsgebouwen, toegangswegen, enz.).

3.11.6.2 Vloer

De vloer moet voldoen aan volgende voorwaarden:

- niet glad, in het bijzonder wanneer hij nat is en hellend,
- vrij van gaten, holtes en uitsteeksels,
- voorzien van afvoer naar een aangepast drainagesysteem (met aangepaste kanalen en goed geplaatste goten),
- afhellend voor drainage, 1-2% (maar niet te steil om het risico op uitglijden niet te verhogen).
- Gaten, obstakels of treden moeten voldoende afgedekt worden.

3.11.6.3 Verlichting

In werkruimtes is voldoende daglicht vereist. Bovendien moeten ze uitgerust worden met extra kunstlicht van voldoende sterkte en zo geplaatst dat schaduw en schittering vermeden worden. Het verlichtingssysteem moet regelmatig worden gereinigd en onderhouden. Op plaatsen waar er een groot risico is op beschadiging of stroompannes moet een noodverlichting worden geplaatst die voldoende licht moet geven. Fluorescentie lampen (TL-lampen) hebben een lager brandrisico dan gloeilampen.

Tabel 25: Aanbevolen lichtniveaus.

Ruimte	Minimum lichtniveau (Lux)	Aanbevolen lichtniveau (Lux)
Gangen en eenvoudige activiteiten	100	150
Intensief werk	150	300
Precisie werk (bijv. melken)	300	500
Interventies met een specifieke moeilijkheid (bijv. medische behandeling)	500	1000

noodzaak hiervoor een deur of poort te gebruiken en niet over het hekwerk moet klimmen), maar zich ook in geval van een onverwachte, mogelijk gevaarlijke situatie in veiligheid brengen.

3.11.7.3 Muren, vensters en plafondverlichting

Muren hebben bij voorkeur een lichte kleur. Ramen, plafondverlichting en ventilatoren moeten makkelijk en veilig toegankelijk zijn, gesloten, geopend en geregeld kunnen worden. Vermijd het gebruik van controleapparatuur waarbij personeel in ruimtes moet komen waar dieren los rondlopen.

3.11.7.4 Noodwegen en –uitgangen

Er mogen zich geen obstakels bevinden op paden en in uitgangen waardoor deze niet te allen tijde ongehinderd kunnen worden gebruikt. De minimumhoogte is 2,20 m.

Wanneer uitgangen uitgerust zijn met deuren moeten deze openen in de richting van de uitgang en, indien gesloten, gemakkelijk te openen zijn, in het bijzonder bij een noodgeval.

Paden en uitgangen moeten aangeduid worden met speciale tekens en moeten voorzien zijn van noodverlichting met voldoende lichtsterkte, die in actie treedt bij een stroompanne.

3.11.7.5 Diensten

Kleedruimtes, douches en toiletten moeten zich dicht bij de werkplek bevinden. Toiletten moeten voorzien zijn van een lavabo met warm water, zeep en iets om de handen te drogen.

Ook EHBO-materiaal en brandblusapparatuur moeten worden voorzien.

3.11.7.6 Mestbehandeling

Bij mestbehandeling, in het bijzonder in het geval van mestputten, kunnen personeel en dieren blootgesteld worden aan verschillende gevaren. De belangrijkste zijn de gassen die continu ontstaan in beperkte ruimtes zoals in mesttanks, silo's en putten. Bij de opslag, het pompen, het mixen en het uitspreiden van mengmest kunnen grote hoeveelheden van dit gas vrijkomen. De belangrijkste (gevaarlijkste) gassen zijn:

- waterstofsulfide (H_2S): een toxisch gas dat bij een lage concentratie ruikt naar rotte eieren. Bij hoge concentraties vermindert het de geurwaarneming door de mens. Het gas kan duizeligheid, bewusteloosheid en bij hoge concentraties (> 200 ppm) de dood veroorzaken. Waterstofsulfide ontsnapt vooral bij het pompen of roeren van mengmest.
- Koolstofdioxide (CO_2): is een zwaar reukloos gas dat vrijkomt bij het pompen of roeren in mengmest. Enkel bij een zeer hoge concentratie (> 70000 ppm of 7%) kan het ernstige effecten op de gezondheid hebben. Meestal zijn incidenten en ongevallen met koolstofdioxide gelinkt aan verstikking als gevolg van zuurstofgebrek, eerder dan het direct effect van koolstofdioxide zelf.
- Ammoniak (NH_3): is lichter dan lucht. Het kan de ogen en het luchtwegstelsel irriteren bij lage concentraties (5 ppm).
- Methaan (CH_4) is een kleurloos licht en ontvlambaar gas. Methaan ontstaat wanneer mest wordt opgeslagen onder anaerobe omstandigheden. Het belangrijkste risico is gerelateerd met ontploffingen in slecht geventileerde ruimtes.

Vanwege de blootstelling aan deze gevaarlijke gassen en de mogelijke verstikking of zelfs verdrinking door het bewusteloos raken en in de mestkelder te vallen, moeten volgende regels in acht genomen worden bij de mestbehandeling:

- mestkanalen en –putten moeten beveiligd worden tegen risico's op vallen met hekkens of door deksels die sterk genoeg zijn om de verwachte lasten te dragen.

Himmel, U., 1964. Der Einfluss von temperiertem Trankwasser auf Milchmenge und 119 Fettgehalt bei Kuhen. *Tierzucht*, 18, 133-136.

Holmes, Brian et al., 2013 *Dairy Freestall Housing and Equipment*, eighth edition. MWPS-7. Ames Iowa USA www.mwps.org.

Hultgren J., Telezhenko E., Ventorp, M. & Bergsten C., 2009. Walkway floor design, feed stalls, claw lesions and locomotion in Swedish cubicle-housed dairy cattle. In: *Sustainable animal production. The challenges and potential developments for professional farming*, pp 121-133. Wageningen Academic Publishers, Wageningen.

Kaufmann R et al., 2001. Automatisches Melken – Systeme, Einsatzgrenzen, Wirtschaftlichkeit, *FAT reports* 579, Tänikon.

Lensink, B.J., Ofner-Schröck, E., Ventorp, M., Zappavigna, P., Flaba, J., Georg, H. & Bizeray-Filoché, D., 2013. Lying and walking surfaces for cattle, pigs and poultry and their impact on health, behaviour and performance In: *Livestock housing - Modern management to ensure optimal health and welfare of farm animals*, pp 75 - 92. Wageningen Academic Publishers, Wageningen.

Magnusson M., Herlin A. & Ventorp, M., 2008. Short Communication: Effect of Alley Floor Cleanliness on Free-Stall and Udder Hygiene. *J. Dairy Sci.*, 91, 3927-3930.

Metzner, R., 1978. Trinkverhalten des Rindes-technisch richtig umsetzen. *Landtechnik*, 9, 386–390.

Meyer, U., Everinghoff, M., Gadeken, D., & Flachowsky, G., 2004. Investigations on the water intake of lactating dairy cows. *Livest. Prod. Sci.*, 90, 117–121.

Morton J.M., Tranter W.P., Mayer D.G. & Jonsson N.N., 2007. Effects of environmental heat on conception rates in lactating dairy cows: critical periods of exposure, *J. Dairy Sci.*, 90 (5), 2271- 2278.

MWPS (MidWest Plan Service), 2013. *Dairy freestall housing and equipment*. Holms, B. et al. Iowa State University, 8th edition. Ames, Iowa, USA.

Nosal, D. & Bilgery, E., 2002. Welchen Einfluss hat der Lärm von Melkmaschinen? [online]. www.bitec-melktechnik.ch/_downloads/Ufa_Review_02_Melkmaschinen_ok.pdf [last access: 14.11.2011].

Nosal D. & Schick M., 1995. *Neue Melksysteme*, *FAT reports* 475, Tänikon

Ordolff D., 1992. *Melkstandanlagen*, KTBL working paper 1992. Freising, Germany

Pinheiro M. F. et al., 2004. Designing better water troughs: Dairy cows prefer and drink more from larger troughs *Appl. Animal Beh. Sci.*, 89, 185-193

5 LIJST VAN FIGUREN EN TABELLEN

Figuren

Figuur 1: Belangrijkste lichaamsmaten van koeien.....	10
Figuur 2: Natuurlijke rustposities bij koeien (volgens Schnitzer, 1971).....	17
Figuur 3: Natuurlijk gedrag bij rechtekomen van rundvee.....	18
Figuur 4: Variatie in melkproductie (%) in relatie tot relatieve vochtigheid (RV) en temperatuur, bij een luchtsnelheid van 0,5 m/s (Baeta et al., 1987).....	23
Figuur 5: Grafiek die de limieten van gelijkaardige dierlijke productieve respons weergeeft in functie van luchttemperatuur en relatieve vochtigheid bij een luchtsnelheid van 0,5 m/s.....	25
Figuur 6: Relatie tussen maandelijkse gemiddelde maximum Temperature-Humidity Index (THI) en drachtpercentage bij 16.878 inseminaties uitgevoerd in productieve koeien in Australië (naar Morton et al. 2007).....	26
Figuur 7: Variatie in melkproductie in relatie tot luchttemperatuur en -snelheid, bij RV van 60 % (naar Baeta et al., 1987).....	27
Figuur 8: Afbraak van een rundveeststal, een mix van oude bouwmaterialen moet worden gesorteerd als gevolg van hedendaagse milieureglementering.....	30
Figuur 9: Onderdelen van een ligbox.....	35
Figuur 10: Natuurlijke beweging bij het rechtstaan van een koe.....	38
Figuur 11: Manieren om ruimte te voorzien voor een rechtkomende koe.....	39
Figuur 12: 3 vrije zones in de ligbox (opm. H = schofthoogte).....	40
Figuur 13: Ligboxen met gedeelde kopruimte.....	40
Figuur 14: Ligbox zonder gedeelde ruimte.....	41
Figuur 15: Individuele ruimtebehoefte van een staande koe.....	44
Figuur 16: Minimale ruimtebehoefte voor een liggende koe.....	44
Figuur 17: Dynamische ruimte nodig om recht te staan.....	45
Figuur 18: Strostal met 2 functionele ruimtes.....	46
Figuur 19: Strostal met verschillende functionele ruimtes.....	46
Figuur 20: Koeverkeer in vierkante stroboxen.....	47
Figuur 21: Koeverkeer in rechthoekige stroboxen.....	47
Figuur 22: Effect van strohoeveelheid per dag en stro-accumulatie-duur op de temperatuur van het strooisel.....	48
Figuur 23: Lengtedoorsnede van een "korte stand" bindstal (afmetingen uitgedrukt in cm).....	51
Figuur 24: Ontwerp van een rooster voor bindstallen.....	53
Figuur 25: Ruimtelijke schikking van schoft- en kopboom, afscheidingen en drinkbakken.....	54
Figuur 26: Soepele riem zonder vaste afscheiding (Schick, 2000).....	55
Figuur 27: Correcte afstelling van een elektrische koetrainer.....	56
Figuur 28: Afgeschermd koetrainer (AK Milckviehproduction Voitsberg, 2004).....	57
Figuur 29: Mechanisch-pneumatisch systeem ("Aktorik").....	57
Figuur 30: Reikwijdte van koeien.....	59
Figuur 31: Voedergoot en voederkrib.....	60
Figuur 32: Voederstand (afmetingen in cm).....	61
Figuur 33: Voederhek met buizen. De afmetingen zijn enkel geschikt voor onthoornde dieren.....	62

Figuur 34: Afmetingen voor een diagonaal voederhek.....	63
Figuur 35: Afmetingen Zweeds voederhek.....	63
Figuur 36: Afmetingen voor zwaluwstaart voederhek.....	64
Figuur 37: Typisch zelfsluitend voederhek.....	65
Figuur 38: Voorraadsilo met door de dieren voortbewogen voederhek.....	66
Figuur 39: Flexibel systeem om voeder bij de dieren te brengen.....	67
Figuur 40: Voorbeeld van een hooirek met diagonale afsluiting.....	68
Figuur 41: Voorbeeld van een mobiele hooiruif.....	69
Figuur 42: Krachtvoederautomat.....	70
Figuur 43: Waterbehoefte in functie van de melkproductie en het drogestofgehalte van het voeder (Castle en Thomas, 1975).....	71
Figuur 44: Waterbehoefte in functie van de melkproductie en de omgevingstemperatuur (gewicht van de koe: 650 kg) (Meyer, 2004).....	71
Figuur 45: Positie van de kop tijdens het drinken.....	72
Figuur 46: Dwarsdoorsnede van een drinkbak met een groot reservoir, met afstandshouder (of opstap als alternatief).....	74
Figuur 47: Dwarsdoorsnede van anti-vorst waterreservoir.....	76
Figuur 48: Positie van een drinkbak in een doorgang.....	77
Figuur 49: Waterbak in een stalsysteem met een storruimte.....	78
Figuur 50: Groeven in diamantpatroon.....	84
Figuur 51 Sleuvenvloer naar Nederlands ontwerp.....	87
Figuur 52: Schematisch overzicht van de onderdelen van een melkstal.....	89
Figuur 53: Voorbeeld van een carrousel melkstal met koeien in visgraatpositie en een centrale ruimte voor de melker. De diameter van de carrousel hangt af van de positie van de dieren en van het aantal dierplaatsen.....	92
Figuur 54: Visgraat melkstal met standaard uitgang en een enkele terugloopgang (naar DPC 54 Milking Parlour guidelines, 2014).....	93
Figuur 55: Visgraat melkstal met standaard uitgang en twee terugloopgangen (naar DPC 54 Milking Parlour guidelines, 2014).....	94
Figuur 56: Zij aan zij melkstal met standaard uitgang en twee terugloopgangen (naar DPC 54).....	94
Figuur 57: Zij aan zij melkstal met rapid exit en enkele terugloopgang (naar DPC 54).....	95
Figuur 58: Zij aan zij melkstal met rapid exit en dubbele terugloopgang (naar DPC 54).....	96
Figuur 59: 1-box systeem met 16-22 m ² ruimtebehoefte, in- en uitgangen en controleruimte inbegrepen. (De exacte afmetingen hangen af van de fabrikant).....	99
Figuur 60: 2-boxen systeem met 33-44 m ² ruimtebehoefte. Deze plan voorziet niet in technische ruimtes, aangezien deze erg afhankelijk zijn van het ontwerp van de fabrikant.....	99
Figuur 61: Selectief gestuurd koeverkeer in een 1-box opstelling.....	101
Figuur 62: Schets van gebouw met open nok en openingen in de zijgevels.....	103
Figuur 63: Ventilatie gestuurd door het schoorsteeneffect gedurende winter en zomer in een openfront jongveestal.....	104
Figuur 64: Ventilatiesnelheid in een typische melkveestal van 30 m lang met doorlopende, niet afgeschermdde openingen in functie van temperatuurverschillen (verschil tussen binnen en buitentemperatuur) en windsnelheden (m/s). In het berekende model is de windrichting constant en loodrecht op de opening.....	105
Figuur 65: Gebouwen met verschillende types van natuurlijke ventilatie.....	107

////////////////////////////////////

Figuur 66: Hoe kleiner het stalvolume hoe sneller de CO2-concentratie stijgt nadat het ventilatiedebiet is verlaagd van 160 m ³ /h naar 50 m ³ /h per dier.....	110
Figuur 67: Individuele kalveriglo.....	114
Figuur 68: Individueel kalverhutje.....	115
Figuur 69: Groepsiglo met uitloop die schaduw biedt, wat heel belangrijk is.....	116
Figuur 70: Strostal met betonnen voederruimte.....	119
Figuur 71: Strostal met hellende betonvloer.....	120
Figuur 72: Illustratie van doorgangen volgens vergelijking (2)-(8) en Tabel 18.....	124
Figuur 73: Minimumbreedtes in bochten met koeverkeer in één richting (A). De stippellijn toont een optie om het koeverkeer in een rechte hoek te verbeteren. Bochten van 180° moeten vermeden worden om stroom van dieren te verbeteren en verwondingen te minimaliseren.....	126
Figuur 74: Draaiend voederhek als afscheiding in individuele afkalfboxen om een tijdelijke box te maken voor geboortehulp of klinisch onderzoek en behandeling.....	131
Figuur 75: Voorbeeld van ontwerp en uitrusting van een individuele afkalfbox.....	131
Figuur 76: Afmetingen van een behandelstraat getoond volgens plan en zij-aanzicht (volgens MWPS, 7de editie, 2013).....	133
Figuur 77: Voorbeeld van een ontwerp voor een behandelbox.....	134
Figuur 78: Voorbeeld van een compacte behandeleenheid, in een hoek geplaatst of in een aanpalend bijgebouw, vooral handig bij kleinere kuddes. (Naar Bickert et al, 2000).....	135
Figuur 79 behandelbox voor melkkoeien.....	136
Figuur 80: Ligboxenstal voor 5 pleegkoeien en hun kalveren. De kalveren verkiezen vaak om voor de koeien te liggen, vandaar dit ontwerp (naar Norrbom, 2001).....	137
Figuur 81: De vluchtzone van rundvee (Grandin, 1999a).....	139
Figuur 82: Belangrijkste onderdelen van een systeem om koeien te behandelen.....	142

Tabellen

Tabel 1: "CIGR standaard"; afmetingen van kalveren, vaarzen en koeien (voor Holstein Friesian). De afmetingen verwijzen naar de gemiddelde maat binnen het gewichtsinterval.	11
Tabel 2: Lichaamsmaten van Simmental (Fleckvieh) koeien in Oostenrijk (Jauschnegg, 1994). De gemiddelde waarde wordt samen met de minimum- en de maximumwaarde weergegeven.	11
Tabel 3: Afmetingen van verschillende rassen in Oostenrijk op 650 kg (Jaugness, 1994). De gemiddelde waarde wordt samen met de minimum- en de maximumwaarde weergegeven.	11
Tabel 4: Aanbevelingen voor maximale gasconcentraties (CIGR 1984).	27
Tabel 5: Vergelijking van de eisen voor biologische productie op het vlak van rundveehuisvesting.	33
Tabel 6: Minimale ligboxbreedte (CW), lengte van het ligbed (CRL), kopruimte (HS), kop- en uitvalsruimte (HLS), ligboxlengte (CL1 en CL2), schoftboomhoogte (NRH) en afstand schoftboom (NRD) volgens formules (1) tot (8).	42
Tabel 7: Minimum ligruimte voor melkkoeien zoals afgeleid uit de formules (9) en (10).	46
Tabel 8: Typisch gebruik van strooisel in verschillende huisvestingsontwerpen.	49
Tabel 9: Standlengte (SL) en standbreedte (SW) gebaseerd op de CIGR standaardafmetingen voor koeien.	51
Tabel 10: Berekende voederbreedte per dier bij verschillende dierafmetingen.	60
Tabel 11: Omreken tabel voor het waterdebiet bij verschillende buisafmetingen.	78
Tabel 12: Aangeraden afmetingen van roostervloeren (zonder schuiven) voor melkvee.	85
Tabel 13: Relatieve inschatting van vloercharacteristieken.	87
Tabel 14: Karakteristieken voor groepshuisvestingshokken.	117
Tabel 15: Minimale oppervlakte-eisen voor vaarzen in strostallen met beton- of roostervloer, korte of lange voederruimte (in systeem met 2 functionele ruimtes).	119
Tabel 16: Minimale oppervlakte-eisen voor vaarzen in een strostal met hellingvloer (gebaseerd op CIGR standaardafmetingen voor Holstein vaarzen).	120
Tabel 17: Minimale oppervlakte-eisen voor vaarzen in een ligboxenstal.	121
Tabel 18: Aanbevolen minimale breedtes voor doorgangen in functie van de diercategorie en gewicht (lichaamsmaten), in centimeter.	125
Tabel 19: Minimale breedte in hoeken van eenrichtingsdoorgangen (in centimeter).	127
Tabel 20: Minimale afmetingen voor afkalfboxen (groepsboxen en individuele boxen).	130
Tabel 21: Afmetingen van een behandelstraat.	132
Tabel 22: Aanbevolen diepte van een melkput afhankelijk van het type melkstal.	140
Tabel 23: Maximale concentraties van schadelijke stoffen (ppm).	142
Tabel 24: Huidige waarden voor maximale blootstellingsgrenzen zoals aanbevolen in Australië (Cargill et al., 2002).	142
Tabel 25: Aanbevolen lichtniveaus.	143

